

Aus dem Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Prof. Dr. H. Bartels

Der Einfluß eines Zusatzes von Zunge auf den Bindegewebsgehalt in Brühwürsten

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

Eingereicht von
Helmut Klös
Tierarzt aus Darmstadt

Gießen 1971



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545914_0007

Aus dem Institut für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde
der Justus Liebig-Universität zu Gießen
Direktor: Prof. Dr. H. Bartels

Der Einfluß eines Zusatzes von Zunge auf den Bindegewebsgehalt in Brühwürsten

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Universität zu Gießen

Eingereicht von
Helmut Klös
Tierarzt aus Darmstadt

Gießen 1971

Mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät
in Gießen

Dekan: Professor Dr. G. Lämmler

Berichterstatter: Professor Dr. H. Bartels

Tag der mündlichen Prüfung: 7. Juli 1971



**Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet**

Inhaltsverzeichnis

Seite

A. Einleitung und Aufgabenstellung	1
B. Schrifttum	5
I. Anatomie der Zunge	5
a) Allgemeines	5
b) Zungenmuskulatur	7
c) Zunge des Schweines	8
d) Zunge des Rindes	9
II. Herstellung von Brühwurst	10
III. Anforderungen an die Zusammensetzung von Brühwürsten	13
1. Lebensmittelrechtliche Grundlagen und Richtlinien für die gewerbliche Zusammensetzung	13
2. Anforderungen an die chemische Zusammensetzung	20
a) Eiweiß	20
b) Fett	21
c) Wasser	22
d) Fett in Trockenmasse, Wasser: Eiweiß-Quotient, Fett: Eiweiß-Quotient	23
IV. Untersuchungsverfahren zur Ermittlung der Zusammensetzung von Brühwürsten	26
1. Histologisch-histometrische Untersuchung	26
a) Vorbereitung des Untersuchungsmaterials	27
b) Histometrische Untersuchung	28
c) Statistische Auswertung der Ergebnisse	43
2. Chemische Untersuchung	45
a) Bestimmung von Wasser, Fett, Eiweiß und Asche	45
b) Feststellung des Bindegewebs-eiweißanteils am Gesamteiweiß (Hydroxyprolin-Methode)	49

	Seite
C. Eigene Untersuchungen	53
I. Material	54
1. Abschnitt der Untersuchungen (Untersuchung der Zunge vom Schwein und vom Rind)	54
a) Histologische Untersuchung der Zunge	54
b) Histometrische Untersuchung der Zungen- abschnitte	54
c) Histometrische Untersuchung der Gesamtzunge	54
2. Abschnitt der Untersuchungen (Untersuchung der Brühwurstchargen)	54
a) Histometrische Untersuchung des Ausgangs- materials	54
b) Histometrische Untersuchung des Rohbrätes der Chargen I, II und III	54
c) Organoleptische Untersuchung der Brüh- würste der Chargen I, II und III	54
d) Histometrische Untersuchung der Brüh- würste der Chargen I, II und III	54
II. Methodik	58
1. Untersuchung der Zunge vom Schwein und vom Rind (Abschnitt 1)	59
a) Histologische Untersuchung der Zunge	59
b) Histometrische Untersuchung der Zungen- abschnitte	60
c) Histometrische Untersuchung der Gesamt- zunge	62
2. Untersuchung der Brühwurstchargen (Abschnitt 2)	62
a) Histometrische Untersuchung des Ausgangs- materials	62
b) Histometrische Untersuchung des Rohbrätes der Chargen I, II und III	62
c) Organoleptische Untersuchung der Brüh- würste der Chargen I, II und III	63

	Seite
d) Histometrische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III	63
III. Ergebnisse	64
1. Aus Abschnitt 1 der Untersuchungen (Untersuchung der Zunge vom Schwein und vom Rind)	66
a) Histologische Untersuchung der Zunge	66
b) Histometrische Untersuchung der Zungenabschnitte	70
c) Histometrische Untersuchung der Gesamtzunge	72
2. Aus Abschnitt 2 der Untersuchungen (Untersuchung der Brühwurstchargen)	76
a) Histometrische Untersuchung des Ausgangsmaterials	79
b) Histometrische Untersuchung des Rohbrätes der Chargen I, II und III	80
c) Organoleptische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III	87
d) Histometrische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III	88
D. Besprechung der Ergebnisse und Diskussion	96
E. Zusammenfassung	111
F. Literaturverzeichnis	113
G. Lebenslauf	

A. Einleitung und Aufgabenstellung

Das in der Bundesrepublik Deutschland geltende Lebensmittelrecht hat im wesentlichen zwei Zielsetzungen: 1. soll der Verbraucher von Lebensmitteln vor gesundheitlichen Schäden geschützt werden, die vom Lebensmittel auf ihn übergehen können und 2. soll er vor Übervorteilungen bewahrt werden, die sich insbesondere aus einer Verderbnis, Verfälschung, Nachmachung oder irreführenden Bezeichnung eines Lebensmittels für ihn ergeben können.

Da der Verbraucher in der Regel selbst nicht in der Lage ist, sich unter Zugrundelegung der Vorschriften des Lebensmittelrechtes und der dieses Recht ergänzenden besonderen Hilfsmaßnahmen ausreichend zu schützen, ist staatlicherseits eine amtliche Lebensmittelüberwachung zwischengeschaltet, die insbesondere die im Verkehr befindlichen Lebensmittel auf ihre ordnungsgemäße Zusammensetzung und Beschaffenheit überprüft. Im Rahmen dieser amtlichen Lebensmittelüberwachung sind Tierärzte für den Sektor der vom Tier stammenden Lebensmittel tätig. Die im Rahmen ihrer Tätigkeit durchzuführenden Untersuchungen sind neben sensorischer, mikrobiologischer, serologischer, physikalischer und chemischer insbesondere auch histologisch-histometrischer Art.

Durch die histologischen Untersuchungen wird insbesondere die gewebliche Zusammensetzung der in den Verkehr gebrachten Fleischerzeugnisse sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht überprüft. Die "Qualität" eines Fleischerzeugnisses wird wesentlich auch von seiner geweblichen Zusammensetzung bestimmt. Dabei ist eines der wesentlichen Kriterien der Anteil des Erzeugnisses an Bindegewebe in Relation zum wertbestimmenden Anteil der vorhandenen Muskulatur und damit des Muskeleiweißes.

Maßstäbe für den als reell und damit erlaubt anzusehenden Gehalt der wichtigsten Fleischerzeugnisse, insbesondere der Würste, an Bindegewebe finden sich in den "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" (155, 156), die in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Sachverständigen von den Berufsverbänden auf dem Gebiete der Fleisch- und Feinkostwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland herausgegeben worden sind. In diesen Richtlinien zeigen die Hersteller von Fleischerzeugnissen aus freiem Entschluß die Grenzen auf, die insbesondere hinsichtlich der Relation Bindegewebe und Muskulatur nach reeller Verkehrsauffassung für Fleischerzeugnisse zu ziehen sind. Da diese freiwillig erarbeiteten Richtlinien im wesentlichen die Zustimmung der wissenschaftlichen Sachverständigen und vor allem auch der deutschen Gerichte gefunden haben, bilden sie im Rahmen der lebensmittelrechtlichen Bewertung von Fleischerzeugnissen eine wichtige Grundlage. In diesen Richtlinien wird u. a. festgestellt, daß die verkehrsüblichen Qualitätsstufen von Fleischerzeugnissen (Spitzenqualität, mittlere Qualität und einfache Qualität) wesentlich davon bestimmt werden, ob als Rohmaterial "Fleisch wie gewachsen" oder "sehnenarmes Fleisch" verwendet wird.

Unter "Fleisch wie gewachsen" wird dabei Skelettmuskulatur der Schlachttiere mit anhaftendem und eingelagertem Fettgewebe sowie Bindegewebe verstanden, wie es bei der Verarbeitung der einzelnen Fleischstücke nach Entfernung der groben Sehnen zu erwarten ist. Als "Fleisch wie gewachsen" gelten nicht Beinfleisch, Kopffleisch und unmittelbar vom Knochen abgeputztes Fleisch für sich allein.

Unter "sehnenarmem Fleisch" wird Skelettmuskulatur der Schlachttiere verstanden, die von Natur nur sehr wenig Sehnen, Sehnenzüge oder Bindegewebsplatten enthält oder deren Gehalt an Sehnen, Sehnenzügen und Bindegewebsplatten durch Bearbeitung (Entsehnung) so weit verringert worden ist, daß sie der von Natur aus sehnenarmen Muskulatur entspricht.

Im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung sind für die histologisch- histometrische Untersuchung dabei Grenzzahlen für den Bindegewebsgehalt aufgestellt worden, bei deren Überschreitung ein Erzeugnis als "verfälscht" im Sinne der Vorschriften des § 4 des geltenden Lebensmittelgesetzes angesehen wird. Diese Grenzzahlen orientieren sich wiederum an den auf Initiative von Bartels, H. von Linke und Mitarbeitern (98, 99) erarbeiteten Zahlenwerten für den Bindegewebsgehalt des Fleisches von Rindern und Schweinen. Diese in der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach erarbeiteten Werte für den Bindegewebsgehalt des Fleisches machen deutlich, daß die einzelnen Teile eines Tierkörpers einen unterschiedlichen Bindegewebsgehalt aufweisen, der bei der Zusammenstellung von Fleischrohmaterial für die Herstellung von Erzeugnissen beachtet werden muß, wenn Grenzzahlen für den Bindegewebsgehalt im Erzeugnis nicht überschritten werden sollen.

Aus diesem Grunde muß der Hersteller von Fleischerzeugnissen jeweils beachten, auf welchem Wege mit dem für Fleischerzeugnisse verwendeten Rohmaterial Bindegewebe vermehrt in das Erzeugnis gelangen kann. Er muß also darauf bedacht sein, ein Zuviel an Bindegewebe, das wertmäßig als minderwertig betrachtet wird, zu vermeiden.

In der Praxis der Lebensmittelüberwachung und bei diesbezüglichen Streitfällen vor Gerichten ist die Frage aufgetaucht, ob über die gewerbeübliche Verarbeitung von Zungenabschnitten bei der Herstellung von Brühwurst der normale Bindegewebsgehalt des verwendeten Rohfleisches zusätzlich in einer Weise belastet wird, der bisher nicht voraussehbar war, aber Anlaß zur Überschreitung von erlaubten Bindegewebsgrenzzahlen und damit zur "Verfälschung" einer Brühwurst sein kann.

Zur Klärung der hier aufgetretenen Frage wurde mir von Herrn Professor Dr. H. Bartels die Aufgabe gestellt, zunächst einmal durch histologisch-histometrische Untersuchungen den tatsächlichen Bindegewebsgehalt in Zungen der Schweine und der

Rinder zu ermitteln, der bisher im einzelnen nicht bekannt ist. Danach sollte durch Untersuchung von Brühwürsten mit einem gesteuerten Zusatz von Zungenanteilen des Schweines und des Rindes festgestellt werden, ob und in welcher Weise der Bindegewebsgehalt von Brühwürsten durch Zungenzusatz in bestimmten Höhen beeinflußt wird. Die Brühwürste sollten dabei unter meiner Kontrolle in der Versuchsfleischerei des Institutes für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde der Justus Liebig-Universität in Gießen hergestellt werden, um sicher zu sein, daß bei der Klärung der gestellten Frage belastende Einflüsse ausgeschaltet blieben.

B. Schrifttum

I. Anatomie der Zunge

a) Allgemeines

Nach Nickel, Schummer, Seiferle (115) baut sich die Zunge aus quergestreifter Muskulatur, Binde- und Fettgewebe auf und enthält Drüsen, die von serösem, mukösem oder auch gemischtem Charakter sind und entweder submukös oder zwischen den Muskellagen der Binnenmuskulatur der Zunge gelagert sind. Die Zunge ist von kutaner Schleimhaut überzogen, deren Oberflächenrelief arttypische Unterschiede aufweist.

Man unterscheidet an der Zunge folgende Abschnitte: die dem Gaumen zugewendete Fläche wird als Zungenrücken, Dorsum linguae, der oral rundum freibewegliche Abschnitt als Zungenspitze, Apex linguae, bezeichnet. Dieser freibewegliche Teil ist an der Unterfläche der Zunge aboral durch eine mediane Schleimhautfalte, das Frenulum linguae, am Mundhöhlenboden befestigt, woran sich weiter aboral der umfangreichste Teil des Organes, der Zungenkörper, Corpus linguae, anschließt, der seine Fortsetzung in dem rachenwärts abfallenden Zungenrund oder der Zungenwurzel, Radix linguae, findet. Bei dem Teil der Haussäugetiere, die in der vorliegenden Arbeit von Interesse sind, nämlich beim Rind und beim Schwein, bestehen auch noch umfangreiche, schleimhautbedeckte Seitenflächen. Als weitere Besonderheit ist beim Rind der Zungenrücken zum Zungenrückenwulst, Torus linguae, emporgewölbt, vor dem sich eine mehr oder weniger deutliche Schleimhautgrube, das sogenannte Futterloch, befindet.

Der Aufbau der Zungenschleimhaut ist an den verschiedenen Zungenabschnitten unterschiedlich. Während sie an der Unter- und an den Seitenflächen dünn und zart ist, trägt die mechanisch stark in Anspruch genommene Rückenfläche eine

tierartlich verschieden starke Verhornung des Epithels; diese ist beim Rind besonders ausgeprägt, weniger beim Schwein. Die Oberfläche der Zunge ist von Zungenpapillen, *Papillae linguales*, besetzt, die man wegen ihrer verschiedenartigen Funktion in zwei Gruppen einteilt: einmal in die rein mechanisch wirksamen *Papillae mechanicae*, die auf Grund ihrer faden-, kegelförmigen oder konischen Gestalt auch als *Papillae filiformes et conicae* bezeichnet werden; zum anderen in die Geschmackspapillen, *Papillae gustatoriae*, die wiederum wegen ihrer unterschiedlichen Form in *Papillae fungiformes*, *Papillae vallatae* und *Papillae foliatae* unterteilt werden.

Beim Rind bedecken die *Papillae filiformes* den gesamten Zungenrücken und sind am stärksten im Bereich des *Torus linguae* ausgebildet. Sie sind rachenwärts gerichtet, verhornen stark und besitzen einen bindegewebigen Grundstock. Daneben sind beim Rind noch die stumpf kegelförmigen *Papillae conicae*, besonders am Zungenkörper, vorhanden.

Beim Schwein erstrecken sich die *Papillae filiformes* als dünne, weiche Hornfäden über den Zungenrücken, so daß dessen Schleimhaut samtartiges Aussehen gewinnt. Lange, weiche, zottenförmige Papillen lassen sich beim Schwein noch zusätzlich am Zungengrund feststellen.

In der Reihe der Geschmackspapillen sind die pilzförmigen Papillen, *Papillae fungiformes*, am zahlreichsten vertreten. Sie liegen tierartlich unterschiedlich auf dem Zungenrücken, an den Seitenrändern und auch an der Unterseite der Zunge und besitzen meistens Geschmacksknospen.

Am Übergang des Zungenkörpers in den Zungengrund befinden sich die umwallten Papillen, *Papillae vallatae*. Sie sind größer als die *Papillae fungiformes* und ebenfalls mit einem bindegewebigen Grundstock und immer mit zahlreichen Geschmacksknospen ausgestattet. Den Papillen benachbart liegen submukös oder intermuskulär die serösen Ebner'schen Spüldrüsen. Die Anzahl der Papillen schwankt tierartlich:

beim Rind sind jederseits 8 bis 17, beim Schwein jedoch nur 1 sehr große auf jeder Seite vorhanden.

Die beim Schwein 7 bis 8 mm lange, beim Rind fehlende oder nur schwach angedeutete Blätterpapille, Papilla foliata, liegt seitlich am Zungengrund vor dem Arcus glossopalatinus, einer Schleimhautfalte, die vom Zungengrund zur Ventralfläche des weichen Gaumens verläuft. Die Umgebung der Papilla foliata ist ebenfalls mit serösen Drüsen besetzt, denen gleichfalls die Funktion von Spüldrüsen zukommt.

b) Zungenmuskulatur

Bei dem gewerbeüblichen Zusatz von Zungenabschnitten zu Brühwürsten werden außer den Eigenmuskeln der Zunge, den sogenannten Binnenmuskeln, auch Außenmuskeln mitverarbeitet. Hier kommen folgende Muskeln beider Gruppen in Betracht:

a) Binnenmuskeln der Zunge:

- M. longitudinalis supf. et prof. linguae
- M. transversus linguae
- M. verticalis linguae

b) Außenmuskeln der Zunge:

- M. genioglossus
- M. hyoglossus
- M. styloglossus

Die Binnenmuskeln haben keine Befestigung am Skelett; sie entspringen und endigen in der Zunge selbst und verlaufen, sich untereinander durchkreuzend, in den drei Richtungen des Raumes.

Die Außenmuskeln dagegen sind mit einem Ende an einem knöchernen Ansatz befestigt, von dem aus sie in die Zunge einstrahlen. Sie sind paarig angelegt, wobei das Septum linguae, eine mediane, dünne Bindegewebsmembran, als Symmetrieebene

anzusehen ist. - Der M. genioglossus liegt unmittelbar paramedian. Von der an seiner Unterseite verlaufenden Sehne, die vom Kinnwinkel des Unterkiefers bis zum Zungenbein reicht, strahlen die Muskelfasern fächerförmig in den Zungenkörper, den Zungengrund und die Zungenspitze ein. Der seitlich am Zungengrund gelegene M. hyoglossus entspringt am Zungenbeinkörper sowie am Kehlkopfast und am Zungenfortsatz des Zungenbeines. Seine Fasern verlaufen von aboral in den Zungengrund und strahlen bis in die Zungenspitze ein. Der M. styloglossus ist ein langer, schlanker Muskel, der am mittleren Zungenbeinast entspringt und an der Seitenfläche bzw. dem Seitenrand der Zunge verlaufend bis zur Zungenspitze reicht (Nickel, Schummer, Seiferle (115)).

c) Zunge des Schweines

Der mikroskopisch erkennbare Feinbau der Zunge weist folgendes Bild auf: Die Zunge besteht aus 2 Hauptschichten: der Schleimhaut, Tunica mucosa, und der Muskelschicht, Tunica muscularis. Die Schleimhaut des Zungenrückens trägt ein mehrschichtiges, verhorntes Plattenepithel mit den das Zungenepithel überragenden Hornfäden der Papillae filiformes. Der Papillarkörper ist einfach ungegliedert und wächst aus dem bindegewebigen Grundstock der Propria mucosae empor. Unter der Epitheldecke folgt die starke Bindegewebsschicht der Propria mucosae, die durch den bindegewebigen Grundstock der Papillarkörper mit dem Zungenepithel in fester Verbindung steht. An Zungenabschnitten, an denen keine Drüsen vorhanden sind, geht die Propria mucosae ohne Zwischenzone in die Submukosa über. Die darauffolgende, starke Muskelschicht besteht aus der quergestreiften Zungenmuskulatur, die in allen drei Richtungen des Raumes verläuft. Die Muskulatur in der Zunge stellt den bei weitem stärksten Abschnitt innerhalb des schichtweisen Aufbaues dar. Von der bindegewebigen Submukosa strahlen Bindegewebssepten in die Muskulatur ein,

entsprechend der Aufteilung und Umkleidung der Skelettmuskulatur durch das Endomysium, Perimysium internum und externum und das Epimysium. In diesen Bindegewebssepten verlaufen zahlreiche Nerven und Blutgefäße.

Im Bereich der freibeweglichen Zungenspitze wiederholt sich der Aufbau von der Tunica muscularis ab zur Unterfläche der Zunge in spiegelbildlicher Reihenfolge: es folgt auf die Muskulatur wieder eine umfangreiche bindegewebige Submukosa, hierauf ohne Übergang die Propria mucosae, die ihrerseits wiederum ungegliederte Papillarkörper in das nach außen abschließende, unverhornte, mehrschichtige Plattenepithel entsendet. Der Papillarkörper ist niedriger als auf dem Zungenrücken und trägt auch keine fadenförmigen Papillen mehr. Aboral des Frenulum linguae fehlt die Epitheldecke der Zungenunterfläche, da hier die Zunge mit dem Mundhöhlenboden in unmittelbarer Verbindung steht.

Die breiten Seitenflächen der Zunge besitzen ebenfalls ein mehrschichtiges, unverhorntes Plattenepithel, in das der bindegewebige, ungegliederte Papillarkörper der Propria mucosae hineinragt. Die sich daran anschließende, breite, bindegewebige Submukosa unterteilt, septenartig in die Binnenmuskulatur der Zunge einstrahlend, diese in Primär-, Sekundär-, Tertiärbündel usw., das heißt, sie zeigt dasselbe Verhalten wie die Submukosa des Zungenrückens und der Zungenunterfläche, soweit letztere vorhanden ist (Krölling und Grau (86)).

d) Zunge des Rindes

Es werden hier nur die vom Schwein abweichenden Verhältnisse geschildert: Das mehrschichtig verhornte Plattenepithel des Zungenrückens ist sehr viel stärker ausgebildet als beim Schwein. Dies trifft insbesondere auf das mächtige Stratum corneum mit den groß ausgebildeten Papillae fili-

formes zu. Die Verhornung des Oberflächenepithels geht auch auf die dorsale Hälfte der Seitenfläche der Zunge über. Die Höhe des Epithels des Zungenrückens macht das 3- bis 4-fache der Höhe des Zungenseiten- und Zungenunterflächenepithels aus. Der bindegewebige Papillarkörper der Propria mucosae, der in das mehrschichtige Plattenepithel hineinragt, ist häufig mehrfach gegliedert, besonders im Bereich des Zungenrückens. Die Zungeninnenmuskulatur ist mächtiger entwickelt als beim Schwein. In der Übergangszone von der Zungenspitze zur Zungenmitte treten auf dem Zungenrücken die verhornten und stumpf kegelförmigen Papillae conicae auf (Krölling und Grau (86)).

II. Herstellung von Brühwurst

Zur Herstellung von Brühwurst werden im allgemeinen zerkleinertes Rindfleisch, Schweinefleisch und Speck verwendet, wobei das schlachtwarne Fleisch junger, gut genährter, aber fettarmer Rinder oder Bullen und junger Schweine wegen seiner besonderen "Bindefähigkeit" am geeignetsten ist (Koch (74), Bechthold (13), Grüttner und Lienhop (50)). Das Fleisch soll spätestens drei Stunden nach dem Schlachten ausgebeint, gewolft und unter Zusatz von gekühltem Wasser oder Eis, Natriumpökelsalz, Kochsalz und Zucker gekuttert werden. Danach soll dieses "Warmbrät" ungefähr 12 Stunden bei hoher Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur von + 4°C bis + 6°C auskühlen und durchröten. Dann werden im Kutter Speck, Schweinefleisch und Gewürz hinzugefügt und solange gekuttert, bis alle Komponenten zu einem Brät vereinigt sind.

Das Abfüllen des Brühwurstbrätes erfolgt in Natur- oder Kunstdärme. Danach wird die Brühwurst im Heißrauch bei + 70°C bis + 80°C geräuchert, gegebenenfalls nach Vor-schwitzen in einer Wärmekammer (+ 54°C). Zunächst soll die

Räucherung mit mäßiger Wärme beginnen. Sobald die Wurst gut trocken und durchgerötet ist, das heißt, sobald das Wurstbrät rötlich durch den Darm schimmert, wird allmählich Rauch zugegeben, der schließlich zu kräftigem Heißrauch verstärkt wird (Koch (74)), wobei die Dauer des Räucherprozesses vom Wurstkaliber abhängt.

Erkenntnisse neuerer Zeit (Heidtmann (54)) haben gezeigt, daß es zweckmäßig und rationell ist, auf Brühwürste beim Räucherprozeß sofort hohe Räuchertemperatur einwirken zu lassen. Die Räucherung von Brühwurst bei niedrigen Temperaturen um $+ 50^{\circ}\text{C}$ beginnen zu lassen, ist nach Heidtmann nur noch bei Brühwürsten gerechtfertigt, die unter Verwendung von Salpeter hergestellt werden, da hierbei für die Ausbildung der Pökelfarbe Salpeter durch die Einwirkung von Bakterien zu Nitrit abgebaut werden muß, was bei niedrig beginnenden Räuchertemperaturen um $+ 40^{\circ}\text{C}$ sehr stark gefördert wird. Jedoch wird bei dem heute fast ausschließlich als Pökelmittel verwendeten Nitritpökelsalz der Pökelprozess dadurch verkürzt, daß die bakterielle Umwandlung von Salpeter zu Nitrit entfällt und sofortige höhere Räuchertemperaturen um $+ 80^{\circ}\text{C}$ bis $+ 90^{\circ}\text{C}$ das Tempo der Pökelfarbbildung unter Verwendung von Nitritpökelsalz fördern. Auf diese Art geräucherte Brühwürste verkürzen nach Heidtmann die erforderliche Räucherzeit um ein Drittel bis zur Hälfte.

Für das anschließende Brühen wird die Wurst, um ein Auslaugen zu verhüten, in bereits auf $+ 78^{\circ}\text{C}$ bis $+ 80^{\circ}\text{C}$ erhitztes Wasser oder in Dampfkochschränke verbracht (Koch (74)).

Bei den Erhitzungs- und Brühvorgängen gerinnt das Eiweiß der Fleisch-Wasseremulsion und schließt in sich das zugeetzte Wasser und Fett ein. Diese "Bindung" verleiht der Wurst die erwünschte Prallheit und Knacksigkeit. Eine begrenzte Haltbarkeit erhält die Brühwurst durch die Einwirkung von Hitze beim Heißräuchern und beim Brühen (Grüttner und Lienhop (50)).

Da es heute im Zeichen der wachsenden "Totvermarktung" von Fleisch immer mehr notwendig wird, auch Kaltfleisch zu verarbeiten, bei dem die optimale Bindefähigkeit des Warmfleisches nicht mehr vorhanden ist, wurde empfohlen, das Kaltfleisch vor seiner Verarbeitung 1 bis 2 Tage lang vorzusalzen. Jedoch haben bereits Niinivaara und Ryynänen (116) sowie Hamm (52) darauf hingewiesen, daß das Vorsalzen zum Zwecke der besseren Bindefähigkeit nur sinnvoll ist, wenn es spätestens sechs bis acht Stunden nach der Schlachtung erfolgt. Durch Bartels und Gerigk (9) konnte bestätigt werden, daß das Vorsalzen von Kaltfleisch oder gefroren gewesenen Fleisch keine qualitätsverbessernde Wirkung bei der Brühwurstherstellung hat. Nach Hamm (53) ist das beste Wasserbindungsvermögen bei Brühwurstbrät zu erreichen, wenn das schlachtwarne Fleisch gesalzen und anschließend eingefroren wird.

Eine Verbesserung der Bindefähigkeit des Kaltfleisches ist durch Kutterhilfsmittel zu erzielen. Als solche sind nach den Bestimmungen der Verordnung über Fleisch und Fleischerzeugnisse (149) vom 19.12.1959 die Natriumverbindungen der Essig-, Milch-, Wein- und Zitronensäure erlaubt, sowie nach der Verordnung zur Änderung der Fleisch-Verordnung (150) vom 11.12.1969 auch die Natrium- und Kaliumverbindungen der Diphosphorsäure.

Bei der Herstellung von Brühwurst ist es gewerbeüblich, je nach Rezeptur auch Zunge zur Brühwurst zu verarbeiten. Da Zunge hauptsächlich entweder zu Pastete oder zu Zungenblutwurst verarbeitet wird, werden bei diesen Verwendungsarten die hinteren Abschnitte der Zunge abgeschnitten, bei der Verarbeitung zu Zungenpastete auch noch ein Teil etwa in der Länge von 2 cm der Zungenspitze. Diese "Abfälle" werden bei der Herstellung von Brühwurst mit verarbeitet.

Bei Brühwürsten mit Zungenzusatz hat man nach den vorhandenen Rezepturen solche zu unterscheiden, bei denen Zungenabschnitte einmal als grobe (etwa 1 cm große Würfel) Anteile und zum anderen als feinzerkleinerte Zusätze verarbeitet

werden. Gekochte Schinkenwurst, Mainzer Fleischmagen, Leberfleischwurst (Koch (73, 74)), Mortadella (gefüllter Schinken), Schinkenwurst (fein) und Pistazienwurst (Schmidt (130)) enthalten Zunge als kleingewürfelte Anteile, während bei Schinken (Ham) und Frühstücksfleisch (Tongue Luncheon) (Koch (73)) der Zungenanteil feiner zerkleinert wird, da man hierbei die Zunge mit dem Brät einige Kutterunden mitlaufen läßt.

III. Anforderungen an die Zusammensetzung von Brühwürsten

1. Lebensmittelrechtliche Grundlagen und Richtlinien für die gewebliche Zusammensetzung

Im "Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen" (Lebensmittelgesetz) in der Fassung vom 21.12.1958 (152), zuletzt geändert durch das Gesetz zur Änderung des Lebensmittelgesetzes (153) vom 8.9.1969, sind keine Spezialvorschriften über die Zusammensetzung einzelner Fleischerzeugnisse enthalten. Der § 5 Nr. 5 dieses Gesetzes ermächtigt die zuständigen Bundesminister, Begriffsbestimmungen für die einzelnen Lebensmittel aufzustellen, Vorschriften über ihre Herstellung, Zubereitung, Zusammensetzung und Bezeichnung zu erlassen sowie festzusetzen, unter welchen Voraussetzungen im Sinne des § 4 des Lebensmittelgesetzes Lebensmittel als verdorben, nachgemacht, verfälscht oder irreführend bezeichnet gelten. Von dieser Ermächtigung ist im Verordnungswege im Hinblick auf Begriffsbestimmungen für Fleischerzeugnisse z. B. in der Hackfleisch-Verordnung (151) (Definition von Hackfleisch, Schabefleisch und zubereitetem Hackfleisch) und auf dem Gebiet der Brühwürsterzeugnisse z. B. in der Verordnung über Fleisch und Fleischerzeugnisse (Fleisch-Verordnung) (149) vom 19.12.1959, zuletzt geändert

durch die Verordnung zur Änderung der Fleisch-Verordnung (150) vom 25.8.1969 (Definition von tafelfertigem Frühstücksfleisch) Gebrauch gemacht worden. Beim Fehlen rechtsgültiger Spezialnormen für die Mehrzahl der Fleischerzeugnisse kann nach Zipfel (147) bei Streitfällen in der Rechtsprechung nur die allgemeine Verkehrsauffassung zu Grunde gelegt werden, die durch die berechnete Erwartung des Durchschnittsverbrauchers und durch den realen Handwerksbrauch gegeben ist. Als Maßstab für die berechnete Verbrauchererwartung dienen nach Holthöfer, Juckenack und Nüse (60) unter anderem oberinstanzliche Gerichtsurteile, Sachverständigengutachten, Stellungnahmen maßgebender Verwaltungsbehörden, Beschlüsse der zuständigen Kommissionen der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Qualitätsnormen, Richtlinien und Begriffsbestimmungen der Herstellerverbände sowie die Übung des redlichen Handwerks und des Handelsbrauches.

Von Bartels (3) wurde bereits 1951 die Festlegung von Bewertungsgrundsätzen gefordert, die die regionale Üblichkeit, den realen Handwerksbrauch, das Handwerkskönnen und wissenschaftliche Erkenntnis berücksichtigen. Nur wenn allen betroffenen Kreisen verbindliche Qualitätsanforderungen bekannt seien, könne eine Rechtssicherheit auf dem Gebiet der Beurteilung der Fleischerzeugnisse erreicht werden. So machte Kallert (63) 1953 Vorschläge zur Begriffsbestimmung und Qualitätseinteilung. Er wählte für den allgemeinen Begriff der Würste folgende Definition: "Würste sind zubereitete Gemenge aus zerkleinerten, zum menschlichen Genuß geeigneten Teilen warmblütiger Tiere." Um zu einer allgemein anerkannten Systematik zu gelangen, wurden von Kallert für die Einteilung der Würste drei Gesichtspunkte berücksichtigt: das Rohmaterial, die Art der Herstellung und die beabsichtigte Form des Verzehrs. Die Definition für Fleischwürste lautet nach Kallert: "Gemenge aus zerkleinertem Muskelfleisch und Fett ohne oder mit Zusatz von Wasser." Bei der vom Autor vorgeschlagenen Einteilung der Fleischwürste werden demnach zwei Gruppen unterschieden:

1. Fleischwürste ohne Wasserzusatz: rohe Fleischwürste und gargemachte Fleischwürste
2. Fleischwürste mit Wasserzusatz im Sinne von Brühwürsten: gekochte, geräucherte, geräucherte und gekochte, nicht geräucherte und nicht gekochte Fleischwürste.

Sedlmeier und Kotter (135) gingen ihrerseits bei der Einteilung der Würste fast ausschließlich vom Rohmaterial und der Art der Herstellung aus. Sie schlugen 1953 folgende Definition für Brühwurst vor: "Brühwürste sind Wurstwaren, deren Ausgangsmaterial vorwiegend roh verarbeitet wird und die nach eventueller Räucherung gekocht werden." Sie teilen die Brühwürste in drei Qualitätsstufen ein, wobei für die einzelnen Qualitäten folgendes Ausgangsmaterial verwendet werden sollte:

- I. Qualität: Schweinefleisch und Speck sowie fett- und sehnarmes Rind- bzw. Kalbfleisch;
- II. Qualität: Rind- bzw. Kalbfleisch, Schweinefleisch, Hammelfleisch und Schlachtfette;
- III. Qualität: wie bei II. Qualität, daneben noch Schwarten und ähnliche qualitätsmindernde Zusätze.

Innerhalb der ersten und zweiten Qualität sollten wegen des unterschiedlichen Wasserzusatzes noch Untergruppen unter Zugrundelegung des Eiweiß: Fett-Verhältnisses geschaffen werden.

Am 29.3.1955 wurden dem Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom Deutschen Fleischerverband, dem Bundesverband der Deutschen Fleischwaren- und Feinkostindustrie und dem Verband Deutscher Fleischwarenfabrikanten Vorschläge zur Aufstellung von Begriffs- und Qualitätsrichtlinien unterbreitet. Hierzu nahmen Holz und Röbber (61) Stellung. Sie bemängelten an den Ausführungen über Brühwurst, daß die einzelnen Brühwurstsorten nicht aufgeführt werden und es somit unklar bleibt, zu welcher Qualität die einzelnen Sorten gerechnet werden sollen. Sie forderten ferner eine Festsetzung des höchstzulässigen Fremdwassergehaltes.

In den im Jahre 1956 vom Deutschen Fleischerverband und dem Bundesverband der Deutschen Fleischwaren- und Feinkostindustrie im Zusammenwirken mit dem Bund für Lebensmittelrecht und -kunde sowie mit wissenschaftlichen Sachverständigen und Behördenvertretern veröffentlichten "Richtlinien für die Qualität von Fleischerzeugnissen und deren Kenntlichmachung (Qualitätsrichtlinien)" (154) wurden bei Fleischerzeugnissen - soweit nicht ausdrücklich Ausnahmen gemacht sind - drei Qualitätsstufen unterschieden, und zwar Spitzenqualität, normale (mittlere) Qualität und einfache Qualität.

Nach einem Urteil des Oberlandesgerichts Oldenburg vom 14.6. 1962 (163) dienen diese "Qualitätsrichtlinien" nicht nur der Schaffung fairer Wettbewerbsverhältnisse zwischen den Herstellern von Fleisch- und Wurstwaren, sondern geben auch das Mindestmaß dessen wieder, was die Verbraucher von der Beschaffenheit einer Wurst zu erwarten berechtigt sind.

Zahlreiche Autoren kommentierten in der Folgezeit die Qualitätsrichtlinien hinsichtlich der in ihnen enthaltenen Anforderungen an die gewebliche Zusammensetzung von Fleischerzeugnissen. Lerche und Gißke (90) verlangten für die Spitzenqualität die Verarbeitung von "gut entsehnem Fleisch und gut entschwartetem Speck". Unter "gut entsehnem Fleisch" verstanden sie, daß auch die in den Muskeln befindlichen Sehnen und sehnigen Teile weitestgehend entfernt werden müßten. Als "Fleisch wie gewachsen" zur Verarbeitung für die mittlere Qualitätsstufe war dagegen Skelettmuskulatur anzusehen, die lediglich von den groben, außen an den Muskeln ansetzenden Sehnen befreit war.

Dieser immer wieder umstrittene Begriff "Fleisch wie gewachsen" wurde schließlich 1965 von Bartels (4) im Sinne der Qualitätsrichtlinien als Skelettmuskulatur warmblütiger Schlachttiere mit anhaftendem und eingelagertem Fettgewebe und mit Bindegewebe, wie es anteilmäßig bei der Verarbeitung ganzer Vorderviertel nach Entfernung der groben Sehnen zu erwarten ist, definiert.

Meulemann (107) vertrat die Ansicht, daß diese Richtlinien für die Rechtsprechung von zuständigen Ministerien nicht ausdrücklich gebilligt werden müßten, vielmehr genüge es, daß sie den reellen Brauch des Gewerbes widerspiegeln.

Kotter (79) wies u. a. darauf hin, daß in den Richtlinien von 1956 die landschaftlichen Gepflogenheiten nicht genügend berücksichtigt würden und bei Brühwürsten zu wenig Ausnahmen genannt worden seien.

Die "Qualitätsrichtlinien" hatten fast zehn Jahre lang ihre Brauchbarkeit zur Beurteilung von Fleischerzeugnissen unter Beweis gestellt. Es wurden jedoch auch ihre Mängel und Lücken offenkundig, so daß sie im Jahre 1965 in neuer Fassung als "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" (155) veröffentlicht wurden. Bereits 1967 erfolgte eine weitere Neufassung (156), die sich jedoch nicht auf die speziellen Anforderungen an Brühwürste bezog.

Im Kommentar zur Neufassung der Richtlinien von 1965 vertraten Bartels und Gerigk (8) die Ansicht, daß diese Qualitätsrichtlinien als Grundlage zur Ermittlung der normalen, allgemein üblichen Beschaffenheit eines Fleischerzeugnisses geeignet seien und bei der Feststellung von Nachahmungen, Verfälschungen oder irreführender Bezeichnungen im Sinne des § 4 des Lebensmittelgesetzes als Maßstab herangezogen werden könnten, denn sie spiegelten sowohl den redlichen Handelsbrauch als auch die berechnigte Mindestverbrauchererwartung wider.

Die für die heutige tierärztliche Lebensmittelüberwachung als wichtige Grundlage dienenden "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" von 1965 (155) bzw. 1967 (156) enthalten für Brühwürste folgende spezielle Forderungen:

Spitzenqualitäten sollen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung eindeutig über die normalen (mittleren) Qualitäten hinausragen. Sie enthalten sehnearmes Fleisch und entschwarteten Speck, nicht jedoch Zusätze von Innereien, Schwarten und Sehnen. Nur die Spitzenqualitäten dürfen die Bezeichnungen wie: Ia, ff, prima, beste, Delikatess oder ähnliche tragen. Die

mittleren Qualitäten sollen einer guten Durchschnittsqualität entsprechen und dürfen die hervorhebenden Qualitätsbezeichnungen der Spitzenqualität nicht tragen. Erzeugnisse ohne besondere Qualitätsbezeichnungen müssen mindestens den Anforderungen der mittleren Qualität genügen und Fleisch wie gewachsen, entschwarteten Speck oder anderes Fettgewebe, nicht jedoch Zusätze von Schwarten, Sehnen und Innereien, mit Ausnahme von Leber, enthalten. Herz wird dort in Würfelform in Brühwurst verarbeitet, wo es herkömmlich und örtlich festgestellt ist. Brühwürste einfacher Qualität fallen in ihrer Zusammensetzung deutlich gegenüber der mittleren Qualität ab. Sie müssen in gleicher Buchstabengröße mit der Sortenbezeichnung das Wort "einfach" tragen. Die einfache Qualitätsstufe darf Fleisch wie gewachsen, entschwarteten Speck oder anderes Fettgewebe sowie insgesamt bis zu 10 % Schwarten und Sehnen enthalten. Zur Verarbeitung von Innereien sind nur Herz und Leber gestattet.

Brühwürste einfacher Qualität müssen ein Mindestkaliber von 32 mm haben und dürfen weder als "Würstchen" noch als "Bockwurst" bezeichnet in den Verkehr gebracht werden. Bezeichnungen wie "Würstchen", auch in Wortzusammensetzungen sowie solche Bezeichnungen und Abbildungen, die auf "Würstchen" schließen lassen, dürfen nicht verwendet werden. Bockwurst, Jagdwurst, Mortadella, Bierwurst, Bierschinken, Göttinger Blasenwurst (Göttinger), Lyoner, Kochsalami, Gelbwurst, Schinkenwurst und Luncheon Meat werden nicht in einfacher Qualität hergestellt.

Die Richtlinien enthalten ferner Definitionen der Begriffe "sehnenarmes Fleisch" und "Fleisch wie gewachsen". Danach ist "sehnenarmes Fleisch" die Skelettmuskulatur der Schlachttiere, die von Natur aus "nur sehr wenig Sehnen, Sehnenzüge oder Bindegewebsplatten enthält oder deren Gehalt an Sehnen, Sehnenzügen bzw. Bindegewebsplatten durch Bearbeitung (Entsehnung) soweit verringert worden ist, daß sie der von Natur aus sehnenarmen Muskulatur entspricht". Als "Fleisch wie gewachsen" wird Skelettmuskulatur der Schlachttiere mit

anhaftendem und eingelagertem Fett- und Bindegewebe, wie es bei der Verarbeitung der einzelnen Fleischstücke nach Entfernung der groben Sehnen zu erwarten ist, definiert. Hierzu zählen nicht Hessen-, Kopf- und Knochenputzfleisch für sich allein.

Die "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" (155, 156) zeigen, daß die für Brühwürste getroffene Einteilung in Spitzen-, Mittel- und Einfachqualität insbesondere auf ihrem unterschiedlichen Bindegewebsgehalt basiert.

Nach den "Richtlinien für die einheitliche Durchführung der histologischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen" (158) gelten für das im Rahmen der histologisch-histometrischen Untersuchung festgestellte Bindegewebsvolumen bei Brühwurst gegenwärtig folgende Höchstwerte: Spitzenqualität 20 Vol.%, Mittelqualität 30 Vol.% und Einfachqualität 50 Vol.%. Diesen Grenzwerten stimmten viele Autoren zu (Bartels (6), Gerigk (41), Kotter (78), Prändl (121), Beck (15), Baxevanis (12), Woltersdorf (145)). Es besteht bei allen Autoren Einigkeit darüber, daß diese Grenzwerte großzügig angesetzt sind, um ungerechtfertigte Beanstandungen auszuschließen, auch im Hinblick auf technologische Einflüsse. Trotzdem wurde von manchen Seiten die Ansicht vertreten, als zusätzliche Sicherheit erst eine Überschreitung des jeweiligen Grenzwertes um mehr als 2 Vol.% als erheblich anzusehen (Lochmann (100), Beck (14)). Bartels (4) wandte sich gegen den Vorschlag Kotters und Mitarbeiter (85), die für bestimmte Wurstsorten Einzelgrenzwerte festgesetzt haben wollten.

2. Anforderungen an die chemische Zusammensetzung

Da in den "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" (155, 156) keine Grenzwerte über den Wasser-, Fett- und Eiweißgehalt in Brühwürsten festgelegt sind, gelten bei der Beurteilung von Brühwürsten im Rahmen der Lebensmittelüberwachung allein die Gewerbeüblichkeit und Verbrauchererwartung, die in bestimmten Erfahrungswerten ihren Ausdruck finden, welche durch langjährige Untersuchungen gewonnen worden sind (s. Bertling (18, 19)).

a) Eiweiß

Bei der Beurteilung von Fleischerzeugnissen ist in Bezug auf den Eiweißgehalt von Wurstwaren neben dem Gehalt an Eiweiß insgesamt (Gesamteiweiß), das heißt dem Rohproteingehalt der Skelettmuskulatur, des Bindegewebes und der eventuell sonst noch in der betreffenden Wurstware verarbeiteten Organe, außerdem noch der Bindegewebseiweißanteil am Gesamteiweiß von großem Interesse.

Die Feststellung des Anteils des Bindegewebseiweißes am Gesamteiweiß erfolgt durch die Anwendung der Hydroxyprolin-Methode nach Neuman und Logan (113) in der Modifikation von Möhler und Antonacopoulos (109). Die Frage der Grenzwerte im Sinne der oben angeführten Erfahrungswerte für den Bindegewebseiweißanteil am Gesamteiweiß bei den einzelnen Fleischerzeugnissen wurde von vielen Autoren zur Diskussion gestellt.

Müller (110) schlug 1959 für Würstchen und Bockwurst 25 %, für Brühwürste normaler Qualität 30 % und für Brühwürste einfacher Qualität 35 % Bindegewebseiweißanteil am Gesamteiweiß als vorläufige Grenzwerte vor.

Möhler (108) schlug 1959 folgende Grenzwerte vor: bei Brühwurst einschließlich Würstchen 25 % und bei Brühwurst mit Bindegewebzusatz 35 % Bindegewebseiweißanteil am Gesamteiweiß.

Ähnliche Grenzwerte forderte Nagel (112) 1960: Brühwurst normaler Qualität sollte höchstens 25 % bis 30 % und Brühwurst einfacher Qualität höchstens 35 % Bindegewebs-eiweißanteil enthalten.

Auf Grund ihrer Untersuchungen an Brühwürsten, für die sie 15 %, 25 % und 35 % Bindegewebs-eiweißanteil als Grenzwerte zur Qualitätsbeurteilung heranzogen, kamen Wersching und Kovács (142) zu dem Schluß, daß diese Grenzwerte für die einzelnen Qualitätsstufen etwas zu hoch gegriffen seien.

Herold und Harigel (58) schlugen 1964 bestimmte Grenzwerte für bestimmte Brühwurstsorsten vor, und zwar sollten Fleischwurst, Bockwurst und Würstchen weniger als 25 %, Jagdwurst, Mortadella und Schinkenwurst weniger als 20 % Bindegewebs-eiweißanteil am Gesamteiweiß enthalten. Für die letztgenannten Brühwurstarten räumten sie allerdings eine Toleranzspanne von 2 % ein.

Im Dezember 1966 schließlich bestätigten die Teilnehmer an einem Rundgespräch in Augsburg die erfolgreiche Anwendung der Hydroxyprolin-Methode in den chemischen Untersuchungsanstalten der Bundesrepublik bei Anwendung der Grenzwerte von 15 %, 25 % und 35 % für Spitzen-, Mittel- und Einfachqualität der Brühwürste (Grau, Gspahn, Günther, Möhler, Petuely und Wyler (48)).

b) Fett

Hobigk (59) stellte bei der Untersuchung von Würstchen aus Norddeutschland einen Fettgehalt von 10 % bis 20 % und bei Brühwürsten größeren Kalibers einen solchen von 20 % bis 30 % fest. Er schlug für Brühwurst einen Höchstfettgehalt von 30 % mit einer Toleranz bis 35 % vor. In diesem Vorschlag wurde er durch Feils (29) unterstützt.

Buss (24) fand 1960 bei hessischer Brühwurst einen Durchschnittsfettgehalt von 30,8 %. Seiner Meinung nach sollte bei einem Fettgehalt von 36 % bis 38 % eine Verwarnung bzw. Belehrung ausgesprochen werden, jedoch sei eine Brühwurst mit einem Fettgehalt über 38 % als Verfälschung anzusehen, worin er durch Schönberg (133) bestätigt wurde.

Das Oberlandesgericht Braunschweig (164) sah 1963 eine Brühwurst mit einem Fettgehalt von über 30 % bereits als Verfälschung an, wobei es der gleichen Meinung wie das Oberlandesgericht Hamm (162) war. Dieses Gericht hielt in einem Urteil von 1960 einen Fettgehalt von 20 % bis 25 % für verkehrsüblich und einen Fettgehalt bis 30 % für noch vertretbar.

Herold und Harigel (58) gaben bei frisch hergestellten Brühwürsten einen Fettgehalt von 35 % und Matt (103) bei Fleischwurst einen Fettgehalt von 30 % als Höchstgrenze an.

c) Wasser

Über den zulässigen Fremdwasserzusatz sind im Preußischen Ministerialerlaß vom 18.4.1925 (161) allgemeine Grundsätze enthalten. Danach ist ein Wasserzusatz (Schüttung) bei der Herstellung von Fleischbrüh- und Kochwürstchen erlaubt.

Buss (24) nennt als höchstzulässigen Gesamtwassergehalt 60 % bei einem Durchschnittswert von 55 %. Bei der Untersuchung hessischer Brühwürste fand er als unterste Grenze 48 % Gesamtwassergehalt, was seiner Meinung nach auf einen zu hohen Fettanteil schließen lasse. Die von Wimmers (143) untersuchten hessischen Brühwürste lagen bezüglich der Gesamtwassermenge zwischen 42,6 % und 69,2 %, und er schlägt als Höchstgrenze 65 % vor. Schönberg (131) ist der Meinung, daß die Höchstgrenze für den Gesamtwassergehalt bei Brühwürsten auf 70 % festgelegt werden müsse, da er bei Untersuchungen von Brühwürsten im Bereich von Hannover Schwankungen der Ge-

samtwassermenge zwischen 52,27 % und 78,28 % feststellte. Schönberg fordert, Brühwürste mit einem Wassergehalt von über 72,5 % als verfälscht im Sinne des § 4 des Lebensmittelgesetzes anzusehen.

Nach Zipfel (147) schwankt der zulässige Fremdwassergehalt bei Brühwürsten je nach Sorte und Ortsüblichkeit zwischen 5 % und 25 %, in vereinzelten Fällen auch darüber.

Da eine für das gesamte Bundesgebiet geltende Zusammenstellung der oft regional unterschiedlich erlaubten Fremdwasserwerte in Wurstwaren nicht existiert, stellte Bartels (5) die in den einzelnen Bundesländern tolerierten Fremdwasserwerte tabellarisch zusammen. Danach sind für Brühwurst (Bierwurst, Jagdwurst, Schinkenwurst, Mortadella usw.) Fremdwasserzusätze von 10 % bis 19 %, für Brühwürstchen lose von 7 % bis 20 % und für Brühwürstchen in der Dose von 15 % bis 20 % erlaubt. Der Verf. empfiehlt den Herstellern, sich mit den Fremdwassergehalten an den im Bundesgebiet geltenden niedrigsten Werten zu orientieren.

d) Fett in Trockenmasse, Wasser: Eiweiß-Quotient, Fett: Eiweiß-Quotient

Da bei der Lagerung von Würsten der Wassergehalt durch Austrocknung abnimmt, während sich der Fettanteil erhöht, ist eine Beurteilung von Würsten nach absolutem Wasser- und Fettgehalt unsicher. Man ist daher seit mehreren Jahren bestrebt, die Bewertungsmaßstäbe mehr nach dem Verhältnis Wasser: Eiweiß bzw. Fett: Eiweiß auszurichten oder die Bestimmung des Fettgehaltes in der Trockenmasse (Fett i.T.) zu bevorzugen. Bei Untersuchungen an "Frankfurter Würstchen" kamen Bartels, Gerigk und Drechsler (10) zu dem Schluß, daß eine Festsetzung eines Höchstfettgehaltes ohne Berücksichtigung einer, wenn auch kurzfristigen Lagerung nur eine unsichere Beurteilungsgrundlage darstelle. Nach achttägigem

Lagern trat bei den untersuchten Würstchen ein Wasserverlust von durchschnittlich 15,7 % auf, wodurch sich der Fettgehalt um 11 % erhöhte. Durch die Errechnung des Fett i.T. - Wertes war dagegen eine von der Lagerung unabhängige Beurteilung des Fettgehaltes möglich. Als Grenzwert für Fett in der Trockenmasse sollte nach den Erfahrungen der Autoren ein Wert von 77 % diskutiert werden, der einem Fettgehalt im Brät und in frischen Würstchen von etwa 40 % entspricht.

Auch Sinell, Langner und Baumgart (138) kamen bei ihren Versuchen zu dem Ergebnis, daß der Fett i.T.-Wert in Wurstwaren bei verschiedenen Bearbeitungs- und Lagerungsbedingungen weitgehend konstant blieb. Bei Brühwürsten sollten 70 % Fett i.T. nicht überschritten werden.

Gerigk (43) und Matthies (104) sind gleichfalls der Meinung, daß in Zukunft von der Bewertung des absoluten Fettgehaltes abgegangen werden sollte und statt dessen entweder der Fettgehalt in der Trockenmasse oder das Fett : Eiweiß-Verhältnis als Bewertungsmaßstab herangezogen werden müßte, womit sie die Ansicht von Herold und Harigel (58) teilten, die ebenfalls als Beurteilungsmaßstab für den Fettgehalt der Brühwurst den Fett : Eiweiß-Quotienten wählten und diesen mit 3,0 als Höchstwert und einer Toleranz von 0,1 bis 0,2 vorschlugen. Der Mindesteiweißgehalt sollte für Brühwurst über 11 % betragen.

Auch Grau (47), Kotter (80), Kotter und Lott (84) empfahlen eine Mindestgrenze für den Eiweißgehalt.

Unter Hinweis auf die große Bedeutung des Eiweißgehaltes für die Beurteilung von Wurstwaren stellte Hennig (57) bei Brühwürsten als Fett : Rohprotein-Quotient 3,0 mit einer Toleranz bis 3,3 und als Grenzwert für den Fett i.T.-Gehalt 73 % zur Diskussion.

Schmidhofer (128) und Prändl (121, 122) wiesen ebenfalls auf die Bedeutung des Gehaltes an Muskeleiweiß für die Beurteilung von Wurstwaren hin. Nach Ansicht Prändls stellen die histologisch ermittelte gewebliche Zusammensetzung, der Muskeleiweißanteil und das Wasser : Muskeleiweiß-Verhältnis die

für die Qualitätsbeurteilung einer Wurst voranzusetzenden Hauptfaktoren dar. Er machte den Vorschlag, den Anteil an Muskeleiweiß gesondert zu erfassen und dem Gehalt an Fett, Bindegewebs-eiweiß und Wasser gegenüberzustellen. Für die auf diese Weise errechneten, auf Muskeleiweiß bezogene Verhältniszahlen sollten Grenzwerte aufgestellt werden.

Hinsichtlich des Fettgehaltes der Brühwurst kann man nach Bartels (6) davon ausgehen, daß Spitzenqualitäten höchstens 30 % und mittlere und einfache Qualitäten bis zu 35 % enthalten dürfen. Das ergebe Werte für Fett in der Trockenmasse von 70 % bis 73 % und einen Fett : Eiweiß-Quotienten von etwa 2,7 für die Spitzenqualität und 3,2 für die mittlere und einfache Qualität. Bei Zugrundelegung dieser Zahlen und der im allgemeinen übereinstimmenden Angabe über den Mindest-eiweißgehalt von über 11 % für alle Brühwurstqualitäten ergebe sich für die Spitzenqualität ein Wasser : Eiweiß-Verhältnis von 5,2 und für die Mittel- und Einfachqualität von 4,7.

Bertling (18, 19) untersuchte 931 Fleischwürste (Brühwürste) mittlerer Qualität und 311 Fleischwürste (Brühwürste) einfacher Qualität und stellt an Hand ihrer chemischen Zusammensetzung Grenzwerte zur Diskussion, die nach Ansicht des Verfassers der amtlichen Lebensmittelüberwachung zu Grunde gelegt werden sollten. Für Fleischwürste (Brühwürste) mittlerer und einfacher Qualität schlägt der Verfasser folgende Grenzwerte vor: Eiweiß nicht unter 11 %; Fett nicht über 30 %; Fett in Trockenmasse nicht über 70 %; Fett : Eiweiß-Quotient nicht über 3,0; Bindegewebs-eiweiß im Gesamteiweiß: 20 % als Richtwert mit einer evtl. Toleranz von 3 % bis 5 % für die mittlere Qualität und 30 % als Richtwert mit einer Toleranz von 5 % für die einfache Qualität.

IV. Untersuchungsverfahren zur Ermittlung der Zusammensetzung von Brühwürsten

1. Histologisch-histometrische Untersuchung

Ursprünglich war die sensorische Untersuchung die alleinige Grundlage für die Beurteilung einer Wurstware. Durch diese makroskopische Untersuchung läßt sich jedoch lediglich eine Aussage über die grobsinnlich wahrnehmbare Beschaffenheit eines Fleischerzeugnisses machen. Da sich aber die moderne Fleischwarenherstellung bei fortschreitender technischer Entwicklung verbesserter Verfahren der Fleischzerkleinerung (schnellaufende Kutter und Kolloidmühlen) bedient, mußte man neue Untersuchungsmethoden heranziehen. Neben chemischen und biologischen Untersuchungsverfahren ist es vornehmlich die mikroskopische Untersuchung, mit deren Hilfe Organe oder Gewebe festgestellt werden, die im Sinne der "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" von 1965 (155) bzw. 1967 (156) bei der Herstellung von Wurstwaren prinzipiell verarbeitet oder nur in bestimmten Qualitätsstufen oder Sorten erwartet werden dürfen. Besonders wichtig für die tierärztliche Lebensmittelüberwachung ist die durch die histologische Untersuchung eventuell ermittelte Verarbeitung von Organen, die nach § 35 der Ausführungsbestimmungen A zum Fleischbeschau-gesetz (148) untauglich zum Genuß für Menschen sind. Ferner wird durch die histologische Untersuchung festgestellt, ob in Bezug auf die gewebliche Zusammensetzung der Würste das Volumenverhältnis von Skelettmuskulatur zu Bindegewebe den "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" entspricht. Zur Ermittlung dieses Verhältnisses werden die histometrischen Verfahren angewendet.

a) Vorbereitung des Untersuchungsmaterials

Um eine histologisch-histometrische Untersuchung von Brühwurst durchführen zu können, muß das Untersuchungsmaterial zunächst technisch vorbereitet werden.

Hierbei hat der Untersucher die "Richtlinien für die einheitliche Durchführung der histologischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen" von 1967 (158) zu beachten. Nach den Richtlinien sind grob verarbeitete Brühwürste vorzuzerkleinern, gegebenenfalls zu entfetten sowie einzubetten, bevor eine quantitative Untersuchung durchgeführt wird. Für die Einbettung soll nach den Richtlinien Alginate verwendet werden. Eine eventuell erforderliche Entfettung ist mit einem organischen Lösungsmittel vorzunehmen. Weist das Brühwusterzeugnis bereits einen feinen Zerkleinerungsgrad auf, so wird aus verschiedenen Teilen der Probe Material für mindestens 6 Blöcke von wenigstens 4 cm^2 Schnittfläche entnommen und fixiert. Aus 3 Blöckchen werden je zwei Schnitte aus verschiedenen Lagen angefertigt und gefärbt. Reichen diese sechs Schnitte zu einer zweifelsfreien Beurteilung der Brühwurst nicht aus, so sind aus den restlichen Blöckchen weitere Schnitte anzufertigen, die gegebenenfalls unter Anwendung verschiedener Färbemethoden gefärbt werden. Da bei Brühwusterzeugnissen mit einem Kaliber unter 20 mm die in den Richtlinien geforderten Schnittflächen von mindestens 4 cm^2 nicht erreicht werden können, müssen ebenfalls, falls 6 Schnitte aus 3 Blöckchen keine zweifelsfreie Beurteilung dieser Brühwurst ergeben, aus den restlichen 3 Blöckchen weitere Schnitte angefertigt werden.

Die Schnittdicke der histologischen Schnitte soll zwischen 10μ und 12μ liegen. Die Färbung erfolgt mit einer Kern-Plasma-Färbung. Soll eine quantitative Bestimmung des Bindegewebes erfolgen, so wird eine Spezialbindegewebsfärbung vorgenommen, die eine einwandfreie Differenzierung der Bindegewebssubstanz ermöglicht (158). Heute werden vorzugsweise zwei Färbemethoden zur histometrischen Auswertung histo-

logischer Schnitte angewendet: die Calleja-Färbung mit Carmalaun und Pikroindigocarmin (91) und die von Kotter (78, 81) modifizierte Heidenhain'sche Azan-Färbung mit einer Anilinblau-Goldorange-Eisessig-Mischung. Bei nach Calleja gefärbten Schnitten erscheinen das kollagene Gewebe blau bis blaugrün, die Skelettmuskulatur grün bis gelbgrün und die Zellkerne rot. Bei der von Kotter modifizierten Azan-Färbung werden das kollagene Gewebe blau bis blauschwarz und die Skelettmuskulatur gelb gefärbt. Auf eine Kernfärbung wird hierbei verzichtet.

b) Histometrische Untersuchung

Als erste machten Seel und Mitarbeiter (136) darauf aufmerksam, daß für die Beurteilung einer Wurst die chemische Untersuchung allein zu einseitig und nicht ausreichend sei. Sie erklärten, daß es notwendig sei, die gewebliche Zusammensetzung von Würsten festzustellen, wozu nur die mikroskopische Untersuchung geeignet sei. Außer dieser rein qualitativen Feststellung der in der Wurst verarbeiteten Organe und Gewebe zeigte sich in der Folgezeit das stetige Bemühen, Verfahren zu entwickeln, um auch quantitative Aussagen über die verschiedenen Gewebskomponenten machen zu können.

Bevor man jedoch die histometrischen Verfahren in der Wursthistologie kannte, wurde mit Hilfe von Schätzverfahren versucht, quantitative Feststellungen über die gewebliche Zusammensetzung von Fleischerzeugnissen zu treffen (Kallert, (62), Glamser (46), Clausen (27), Ziegler (146), Schönberg (132), Kallert und Rievel (64)). Die auf diese Weise ungefähr ermittelten Mengenteile der einzelnen Gewebskomponenten wurden mit "sehr viel", "viel", "in mittlerer Menge", "wenig", "sehr wenig" und "nicht nachweisbar" angegeben. Eine bessere Methode der quantitativen Gewebeanteilbestimmung wurde durch das von Lerche (89) vorgeschlagene Punk-

tierschema vorgestellt. Hierbei war eine Anzahl von Schnitten Blickfeld für Blickfeld durchzumustern, wobei für jedes Blickfeld zehn Bewertungspunkte je nach dem mengenmäßigen Vorkommen der verschiedenen Gewebe im Blickfeld anteilmäßig verteilt wurden. Die am Ende der Untersuchung auf jede Gewebsart entfallende Punktzahl wurde addiert und zur Gesamtpunktzahl in Relation gesetzt. Während von Linke (92, 93, 94) dieses Verfahren als brauchbare und orientierende Voruntersuchung angesehen wurde, werteten Kotter (76, 77), Gerigk (37), Prändl (120, 121) und Sinell (137) die von Lerche vorgeschlagene Methode als ein Schätzverfahren, bei dem naturgemäß mit subjektiven Fehlern gerechnet werden müsse. Heute sind es vorwiegend die in der Mineralogie schon lange bekannten Integrationsverfahren, die bei der quantitativen Kollagenbestimmung von Roh- und Brühwürsten zur Anwendung kommen. Sie erfüllen die in der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung wichtige Voraussetzung, reproduzierbare Ergebnisse zu liefern und eine rationelle Durchführbarkeit zu gewährleisten.

Kotter (76, 77, 83) arbeitete als erster in der Wursthistologie mit der Integrationsmethode. Die Vorarbeiten dazu lieferte Bodrossy (22), der grob zerkleinerte Fleischwurst in 20 bis 30 Scheiben zerlegte, die er einzeln unter eine in hundert Quadrate netzeingeteilte Glasplatte legte, mit deren Hilfe es ihm möglich war, die einzelnen Gewebeanteile sofort prozentual auszuzählen. Von feinzerkleinerten Würsten fertigte Bodrossy histologische Präparate an, die er entweder durch ein netzeingeteiltes Zählokular untersuchte oder deren mikroskopisches Bild er auf ein aus hundert Quadraten bestehendes Netz projizierte, um in gleicher Weise auszuzählen.

Die Integrationsverfahren beruhen auf dem Cavalieri'schen Prinzip (26), nach dem Volumina gleichhoher Körper gleich sind, wenn in gleicher Höhe durch diese Körper gelegte Schnitte flächengleich sind. Delesse (28) berief sich in

seinem Zeichen-Wägeverfahren auf dieses Prinzip, indem er auf Gesteinsschliffen die einzelnen Mineralkomponenten auf transparentes Papier zeichnete, die Bilder auf Stanniol übertrug, sie ausschnitt und wog. Die Gewichtsverhältnisse der den einzelnen Komponenten entsprechenden Stanniolteile entsprachen dann den Volumenverhältnissen der einzelnen Komponenten.

Rosiwal (125) vereinfachte dieses Verfahren. Er ging dabei von dem geometrischen Grundsatz aus, daß sich das Verhältnis von Flächen durch die Summen der darin verlaufenden Geradenscharen bestimmen läßt, und er maß mit einem Okularmikrometer lediglich die Teillängen der einzelnen Komponenten. Der auf dem Rosiwal'schen Prinzip beruhende und von der Firma Leitz, Wetzlar, entwickelte Integrationstisch ermöglichte die Streckenmessungen unter dem Mikroskop. Hierbei werden die für die verschiedenen Gewebskomponenten gemessenen Streckenlängen auf verschiedene Meßspindeln übertragen und summiert. Aus dem Verhältnis der auf die einzelnen Gewebeanteile entfallenden Streckensummen kann auf das Verhältnis der Flächen und daraus folgernd auf deren Volumina geschlossen werden. Der Integrationstisch wurde erstmals von Kotter (76, 77) in die Wursthistologie eingeführt.

Ein noch weiter reduziertes Integrationsverfahren wurde von Glagoleff (45) angewendet. Er ersetzte das Ausmessen von Streckenlinien durch eine Anzahl von Punkten auf diesen Linien und zählte dann den jeweils unter einem Fadenkreuz liegenden Punkt als Treffer für die jeweilige Gewebskomponente. Bei diesem Punktzählverfahren verhalten sich die auf eine Komponente entfallenden Treffer wie das Volumen der Komponente zum Gesamtvolumen. Der nach diesem System arbeitende Pointcounter nach Glagoleff (45) enthält im Okular ein Fadenkreuz. Der im Schnittpunkt des Fadenkreuzes liegende Gewebeanteil des histologischen Schnittes wird als "Treffer" der jeweiligen Gewebskomponente zugeordnet und auf einem Zählwerk durch Betätigung einer Taste registriert, wodurch der Schnitt gleichzeitig um eine bestimm-

te Strecke in seitlicher Richtung entweder mechanisch oder durch eine von Wegener (141) eingeführte elektromagnetische Konstruktion verschoben wird. Nach der Auswertung des Schnittes in seitlicher Richtung wird das histologische Präparat auch in der Höhenrichtung um eine bestimmte Strecke manuell verschoben, um dann erneut Blickfeld für Blickfeld in seitlicher Richtung ausgezählt zu werden. Auf diese Weise wird die gesamte Schnittfläche des histologischen Präparates in beliebig vielen Linien durchgemustert, und die dabei erzielten Trefferpunkte der einzelnen Gewebskomponenten werden zur Gesamttrefferzahl ins Verhältnis gesetzt. Sie verhalten sich zueinander wie deren Volumina.

Das ebenfalls auf dem Trefferprinzip beruhende Integrationsokular I der Firma Zeiss, Oberkochen, enthält eine nach Hennig (56) entwickelte Schablone, bei der auf 6 parallel verlaufenden Linien 25 Punkte angeordnet sind, die auf den histologischen Schnitt projiziert werden. Fallen dabei Punkte auf Gewebeanteile, so werden diese als Treffer gezählt, dem betreffenden Gewebe zugeordnet und auf einem Zählwerk registriert. Der Schnitt wird in Mäanderlinien durchgemustert und die Summen der Treffer der Einzelkomponenten zu der Gesamttrefferzahl in Beziehung gesetzt. Das Verhältnis der Trefferzahl ist dann, ebenso wie beim Pointcounter, den Volumenanteilen der Gewebskomponenten proportional.

Der von Kotter (76, 77) eingeführte Integrationstisch der Firma Leitz, Wetzlar, der Pointcounter nach Glagoleff (45) und das Integrationsokular I der Firma Zeiss, Oberkochen, nach Hennig (56) finden bei der histometrischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen heute hauptsächlich Anwendung. Diese drei Integrationsmethoden wurden von zahlreichen Untersuchern in der Folgezeit überprüft und miteinander verglichen (Kotter (76, 77, 78), Kotter, Degenkolb und Elfert (81), Kotter, Prändl und Gervasini (82), Kotter und Prändl (83), Prändl (120, 121), Kersch (68), Lerche (89), Kelch und Gerigk (65, 66, 67), Gerigk (37, 38, 39, 40, 41, 42), Sinell (137), Kersten und Fries (69), Gilcher (44), Forschner (34, 35), Klöppel (72)). Alle Autoren vertraten die Ansicht, daß

mit diesen verschiedenen Integrationssystemen histometrische Verfahren zur Verfügung stehen, mit denen zur Ermittlung des Bindegewebsanteils jederzeit exakte und objektive Ergebnisse erzielt werden können. So stellten Kelch und Gerigk (66) fest, daß der Integrationstisch (Firma Leitz, Wetzlar) zwar der Forderung nach einem genauen und objektiven und jederzeit reproduzierbaren Meßverfahren gerecht werde, jedoch sei der zur Untersuchung benötigte Zeitaufwand bei Anwendung dieser Methode zu groß (pro Rohwurst 90 bis 120 Minuten). Bei der Erprobung des Integrationsokulars I (Firma Zeiss, Oberkochen) für die quantitative histologische Wurstuntersuchung brauchten Kelch und Gerigk (65) für die Untersuchung eines Schnittes durchschnittlich 8 bis 10 Minuten, so daß dieses Verfahren den Autoren für Routineuntersuchungen geeigneter erschien. Die Genauigkeit der Ergebnisse war bei Untersuchungen mit dem Integrationstisch und dem Integrationsokular die gleiche (Gerigk (37)). Auch Prändl (120) konnte bei vergleichenden Untersuchungen mit den drei Integrationsmethoden die Feststellung machen, daß die Streuungen der Ergebnisse bei den drei Verfahren keine wesentlichen Unterschiede aufwiesen, jedoch wurde bei Verwendung des Pointcounters nur $1/5$ und mit dem Integrationsokular nur $1/3$ der Zeit benötigt, die beim Histometrieren mit dem Integrationstisch hätte aufgewendet werden müssen.

Die von Klöppel (72) durchgeführten Vergleichsuntersuchungen zwischen dem Integrationsokular I und dem Pointcounter ergaben beim Histometrieren des gleichen Materials annähernd gleiche Werte; allerdings waren die Streuungen zwischen den Schnitten bei Anwendung des Integrationsokulars geringer als bei Verwendung des Pointcounters. Ebenso erwiesen sich die Schwankungen zwischen den Mittelwerten einer Wurst beim Histometrieren mit 32-facher und 100-facher Vergrößerung beim Integrationsokular geringer als bei Anwendung beider Vergrößerungen des Pointcounters.

Die histometrisch ermittelten Bindegewebswerte von Fleisch-
erzeugnissen können durch vielerlei Faktoren beeinflusst wer-
den, u. a. durch die Zahl der Trefferpunkte und der unter-
suchten Schnitte, durch die gleichmäßige Verteilung der
Komponenten im histologischen Schnitt und durch die Zer-
kleinerung und Erhitzung von Brühwusterzeugnissen.

Um die Qualität eines Fleischerzeugnisses hinsichtlich des
Bindegewebsgehaltes sicher beurteilen zu können, ist es
notwendig, eine ausreichende Anzahl von Schnitten bzw. Tref-
ferpunkten zu untersuchen. Aber gerade zur Frage der Schnitt-
bzw. Trefferpunktzahl werden im Schrifttum verschiedene Mei-
nungen vertreten.

In der im Jahre 1935 erstellten "Anweisung für die Durchfüh-
rung der histologischen Untersuchung von Wurst- und Fleisch-
gemengen" (157) wird die Untersuchung von mindestens 20 mit
Hämalaun-Eosin gefärbten Schnitten gefordert. Zusätzlich wur-
den 5 weitere mit Löffler's Methylenblaulösung gefärbte
Schnitte zur gleichzeitigen Übersicht über den Keimgehalt
und zur besonderen Differenzierung von Lebergewebe empfoh-
len. Schönberg (132) befürwortete diese Anweisung. Auch
Alterauge (1) fertigte von jeder Wurstprobe mindestens 20
Schnitte an. Andere Autoren waren der Ansicht, daß auch
eine geringere Anzahl als 20 Schnitte für qualitative und
quantitative Analysen ausreiche. So genügten Beller (16) be-
reits 4 histologische Schnitte, um sich einen Überblick über
die Zusammensetzung einer Wurst zu verschaffen. Kallert (62),
Linke (92) und Ziegler (146) betrachteten 6 Schritte aus
verschiedenen Stellen des gut durchmischten Untersuchungs-
materials als ausreichend. Kersch (68) war der Ansicht,
daß 10 Schnitte aus zehn verschiedenen Stellen bei 75-fa-
cher Vergrößerung untersucht werden müßten. Kotter und
Prändl (83) fertigten zwar ebenfalls 10 Schnitte aus ver-
schiedenen Teilen der Wurstprobe an, jedoch wählten sie da-
von 3 Schnitte zur Untersuchung aus, die sich bereits ma-
kroskopisch erkennbar hinsichtlich der verschiedenen Farb-
komponenten nicht von der Mehrzahl der anderen Schnitte ab-
hoben.

Neben der rein qualitativ-histologischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen werden auch über die für die quantitativ-histometrische Untersuchung notwendige Schnittzahl in der Literatur verschiedene Angaben gemacht. Kelch und Gerigk (67) und Gerigk (38) konnten unter Verwendung des Integrationsokulars I der Firma Zeiss bei 40-facher Vergrößerung nachweisen, daß bei schnittfesten Rohwürsten bereits durch die Untersuchung von 3 Schnitten quantitative Aussagen mit genügender Sicherheit gemacht werden können, und daß 6 Schnitte in jedem Fall ausreichend genaue Ergebnisse liefern. Sie machten allerdings die Anzahl der Schnitte von der gleichmäßigen Verteilung der verschiedenen Gewebskomponenten im gesamten Wurstbrät abhängig. Nach Kelch und Gerigk (65) ist die Genauigkeit der mit dem Integrationsokular ermittelten Ergebnisse von der Gesamtpunktzahl und der Gesamtschnittzahl abhängig: je mehr Schnitte histometriert werden, desto weniger Blickfelder brauchen pro Schnitt untersucht zu werden. Falls bei Anwendung des Integrationsokulares die Anzahl der Meßlinien pro Schnitt dadurch verringert wird, daß größere Abstände gewählt werden, so sind nach Kelch und Gerigk (66) eine größere Anzahl von Schnitten zu untersuchen, um ausreichend genaue Meßergebnisse zu erhalten.

Gummert (51) stellte an 98 Brühwürsten fest, daß bei der histometrischen Auswertung von 12 histologischen Schnitten je Brühwurst zwar eine größere Genauigkeit der Untersuchungsergebnisse zu erwarten sei, für praktische Zwecke jedoch bereits die Untersuchung von 6 Schnitten ausreiche.

Bodrossy (22) war der Meinung, daß man nicht auf einer bestimmten Anzahl von Schnitten beharren dürfe, denn für die tatsächlich notwendige Schnittzahl sei der Grad der Durchmischung der Gewebeanteile ausschlaggebend. Erfahrungsgemäß sei aber die Streuungsbreite durch das Ausmessen von mehr als 6 Schnitten nicht mehr zu verringern. Auch Sinell (137) sprach sich gegen eine generelle Festlegung der Schnittzahl aus, über die man erst nach Art der Verteilung des Kollagens im Wurstgut zu entscheiden habe.

Prändl (120, 121) legte sich ebenfalls in der Anzahl der Schnitte nicht fest. Es sei vielmehr für die Beurteilung wichtig, ob der für die entsprechende Qualitätsstufe festgesetzte Grenzwert über- oder unterschritten werde. Der Abstand des mit dem Pointcounter histometrisch gemessenen Mittelwertes für kollagenes Bindegewebe zum Grenzwert der betreffenden Qualitätsstufe ist abhängig von der Anzahl der untersuchten Schnitte, das heißt, daß bei genügend großem Abstand vom Grenzwert schon die Ergebnisse von wenigen Schnitten ausreichen, um mit entsprechender Sicherheit die Abweichung feststellen zu können. Prändl stellte ein Vertrauensschema auf, aus dem abzulesen ist, welche Vertrauensgrenzen von den festgesetzten Grenzwerten nach oben und unten eingehalten werden sollen, wenn eine Anzahl von N Schnitten untersucht wird:

N	10	7	4	3	2
Vertrauensgrenzen	± 1	± 2	± 3	± 4	± 6

Diese Vertrauensgrenzen wurden bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $P = 0,01$ gefunden, und sie besagen, daß bei Auswertung von 10 Schnitten eine Abweichung von ± 1 Vol. % vom Grenzwert genauso sicher festgestellt werden kann wie eine Abweichung von ± 6 Vol. % bei der Untersuchung von nur 2 Schnitten. Voraussetzung für die Anwendung dieses Schemas ist, daß die durch Größe und Verteilung der Gewebekomponenten bedingte Streuung einen bestimmten Wert nicht übersteigt, und zwar legte Prändl diesen Höchstwert mit $s^2 = 9$ fest, wobei die Varianz s^2 als Maß der Streuung anzusehen ist.

Forschner (34) empfahl, die Vertrauensgrenzen statt in Schnittzahlen besser in Trefferzahlen auszudrücken, da diese unabhängig von Präparatfläche, Menge des Einbettungsmaterials und Art des Integrationsverfahrens seien. Bei vorzerkleinertem Material erfordere eine Vertrauensgrenze von ± 1 mindestens 1500 Treffer, bei nicht vorzerkleinertem Material 3000 Treffer.

Klöppel (72) untersuchte Rohwürste mit dem Integrationsokular und gab 6 Schnitte pro Probe als ausreichend für die exakte histometrische Beurteilung an. Bei dieser Schnittzahl sei mit einer Fehlergrenze von ± 3 Vol.% zu rechnen.

Wegener (141) erzielte bei histometrischen Untersuchungen von Rohwürsten mit dem Pointcounter bei 6 Schnitten durchschnittlich 170 Treffer je Schnitt. Er konnte bei 10-maliger Untersuchung desselben Schnittes eine Standardabweichung von $s = 1,69$ Vol.% errechnen.

Die unter Anwendung des Pointcounters durchgeführte histometrische Untersuchung von jeweils 6 Schnitten von Brühwürsten und Hackbraten ergaben bei Woltersdorf (145) durchschnittlich 200 Treffer je Schnitt. Der Autor histometrierte einen einzelnen Brühwurstschnitt 50 mal, wobei sich eine Standardabweichung von $s = 0,914$ Vol.% ergab.

6000 Treffer je Wurstprobe forderte Radivojević (124) auf Grund seiner mit dem Integrationsokular der Firma Zeiss durchgeführten Untersuchungen, denn nur bei dieser Trefferzahl könne ein optimales Ergebnis erlangt und eine weitgehend sichere Aussage über den Kollagengehalt einer Wurst gemacht werden.

Nach der Meinung Kleins (71) sind bei der Bindegewebsermittlung einer Rohwurst mindestens 75 Blickfelder bei 20-facher Vergrößerung mit dem Integrationsokular der Firma Zeiss zu histometrieren. Hierbei sollten mindestens 1000 Treffer erreicht werden, und der errechnete Durchschnittswert müsse durch eine entsprechende Anzahl von Schnitten gesichert sein.

Pfeiffer (118) wandte sich gegen die Festsetzung einer pauschalen Mindesttrefferzahl bei der histometrischen Bestimmung von Bindegewebselweiß.

Auch Beck (14) ist der Ansicht, daß histometrisch ermittelte Bindegewebswerte sehr wesentlich von der Trefferzahl abhängig sind. So forderte er mindestens 1000 bis 1500 Treffer für eine abschließende Beurteilung unter der Voraussetzung eines gleichmäßig durchgemischten Wurstgutes.

Den von Ludwig (101) mit dem Integrationsokular bei 80-facher Vergrößerung untersuchten Brühwürsten lagen bei der Auswertung je Wurst 6 Schnitte mit insgesamt 1500 Treffern zu Grunde.

Maier (102) untersuchte Brühwürste mit dem Pointcounter und wertete bei fünf verschiedenen Chargen je 10 Schnitte mit durchschnittlich 1109 bis 1545 Treffern je Probe aus, wobei er mit einem Zeilenabstand und einem automatischen seitlichen Vorschub von je 1 mm histometrierte.

Korthäuer (75) führte ebenfalls an Brühwürsten histometrische Untersuchungen durch. Er fertigte von jeder Brühwurst 6 Schnitte an, bei denen er durchschnittlich 1916 Treffer erzielen konnte, da er im Vergleich zu Maier (102) nach dem Pointcounter-Verfahren mit einem Zeilenabstand von nur 1/2 mm sowie einem automatischen Vorschub von 1 mm untersuchte.

Linke und Mitarbeiter (96, 97) legten ihren histometrischen Ergebnissen bei der Ermittlung des Bindegewebsgehaltes in Schlachttierkörpern jeweils 12 Schnitte mit durchschnittlich 2930 bzw. 3571 Treffern zu Grunde.

Preuß (123) untersuchte Bockwürste mit dem Pointcounter und hielt die Auswertung von mindestens 200 Treffern je Schnitt für erforderlich, so daß bei 5 Schnitten 1000 Trefferpunkte berücksichtigt wurden. Nach seiner Meinung ist es jedoch vorteilhaft, bei relativ ungleichmäßiger Kollagenverteilung in einer Bockwurstprobe die Zahl der zu untersuchenden Schnitte auf 10 zu erhöhen.

Bei der histometrischen Untersuchung kommt es ferner darauf an, welchen Zerkleinerungsgrad das Wurstgut aufweist, da die Sicherheit der histometrischen Ergebnisse wesentlich von diesem Faktor beeinflußt wird. Nach den "Richtlinien für die einheitliche Durchführung der histologischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen" (158) von 1967 müssen grob verarbeitete Brühwürste vorzerkleinert werden.

Bei der feingekutterten Wurstmasse der Brühwürste kann nach Preuß (123) auf eine Vorzerkleinerung verzichtet werden. So sprach sich auch Kotter (77) für eine Vorzerkleinerung bei nur grob zerkleinerten Wurst- und Fleischwaren aus. Bei fein zerkleinertem Wurstgut sei bereits bei der Herstellung eine gute Durchmischung gewährleistet. Die angestrebte gleichmäßige Verteilung der Gewebeanteile konnte Gummert (51) durch Vorzerkleinerung von Brühwürsten nicht erreichen, weshalb er vorschlug, aus Rationalitätsgründen auf die Vorzerkleinerung zu verzichten.

Beck (14) und Pfeiffer (118) waren ebenfalls der Ansicht, daß grob zerkleinerte Wurstwaren wie zum Beispiel Jagdwurst vorzerkleinert werden müßten, um im Sinne einer Homogenisierung eine gleichmäßige Verteilung der Gewebekomponenten im histologischen Schnitt zu erhalten.

Lochmann (100) wies darauf hin, daß es unzweckmäßig sei, stark zerkleinertes Wurstgut zusätzlich vor der histologisch-histometrischen Untersuchung zu zerkleinern, da dadurch die Mischfarbenbildung gefördert werde.

Nach Ansicht von Matthies (106) muß grob zerkleinertes Wurstgut vorzerkleinert werden oder aber durch Vergrößerung der Testpunktabstände bei der histometrischen Untersuchung die Zahl der anzufertigenden Schnitte erhöht werden.

Das histometrische Ergebnis kann ebenfalls durch die bei der Herstellung von Brühwurst stattfindende Zerkleinerung und Erhitzung beeinflußt werden, was eventuell zu ungerechtfertigten Beanstandungen führen kann, da eine Verschiebung des Bindegewebsgrenzwertes der einzelnen Qualitätsstufen erfolgen kann. Der Einfluß der Zerkleinerung und Erhitzung auf den Bindegewebsgehalt war Gegenstand intensiver Untersuchungen vieler Autoren. So untersuchte Baxevanis (12) histometrisch den Kollagengehalt von Brühwürsten, die aus gleichem Brät hergestellt, aber unterschiedlichen Erhitzungstemperaturen ausgesetzt worden waren. Er stellte regelmäßig fest, daß das Bindegewebsvolumen von + 70°C bis + 100°C zu-

nahm, bei $+ 100^{\circ}\text{C}$ seinen Höhepunkt hatte, um dann wieder stark zurückzugehen. Das Kollagenvolumen lag bei $+ 100^{\circ}\text{C}$ um 2 bis 9 Vol.% wieder tiefer. Die großen Unterschiede in der Volumenzunahme begründet Baxevanis (12) mit dem unterschiedlichen Schwartenzusatz, wobei roh hinzugesetzte Schwarten den Kollagengehalt höher ansteigen ließen. Zu ähnlichen Ergebnissen kam Forschner (33, 36), der Gemische von feinzerkleinertem Fleisch und gewolfte Sehnen durch Kochen und Schmoren erhitze. Dabei stellte er durch Kochen eine geringere relative Volumenzunahme des Kollagens fest als durch Schmoren, da beim Kochen der Volumenverlust der Sehnen 15 %, beim Schmoren nur 10 % betrug, jedoch der Kochverlust der Muskulatur 40 % und der durch Schmoren aber ca. 50 % ausmachte. Beim Braten von Frikadellen mit und ohne Bindemittel (Brötchen) wurde in beiden Fällen eine Zunahme des Kollagenvolumens festgestellt. Forschner macht den Ernitzungsverlust der Muskulatur für die Volumenzunahme des Kollagens verantwortlich. Linke und Woltersdorf (95) führten ihre Versuche an reinem Bindegewebe durch, das durch Zerkleinerung des Tendo calcaneus gewonnen wurde. Sie erhitzen dieses Material unter bis zu 300%igem Wasserzusatz und konnten eine signifikante Volumenzunahme feststellen. Die größte Zunahme erfolgte zwischen $+ 90^{\circ}\text{C}$ bis $+ 100^{\circ}\text{C}$ und $+ 100^{\circ}\text{C}$ bis $+ 120^{\circ}\text{C}$. Mit steigendem Wasserangebot stieg die Volumenzunahme. Wersching und Kovács (142) stellten aus qualitativ unterschiedlichen Bräten Würstchen her, die bei $+ 85^{\circ}\text{C}$ 1 Stunde lang heißgeräuchert wurden. Ein Teil dieser Würstchen wurde eingedost und in Gegendruckautoklaven 35 Minuten bei $+ 103^{\circ}\text{C}$ erhitzt. Beide Autoren konnten eine relative Zunahme des Kollagens nachweisen, wobei der Kollagengehalt der eingedosten Würstchen wesentlich über dem der nur heißgeräucherten lag. Es gab Unterschiede von 3,8 bis 15,5 Vol.%, so daß Würstchen der Spitzenqualität eingedost auf Grund ihres histometrisch ermittelten Bindegewebsgehaltes in die einfache Qualitätsstufe eingeordnet werden mußten. Weder eine Erhöhung noch eine Verminderung des Bindegewebsgehaltes konnte Bentler (17) feststellen, der für seine Ver-

suche rohes, gekuttertes Rindfleisch, rohes, gekuttertes Schweinefleisch und eine Mischung beider Fleischarten verwandte. Bei Temperaturen von + 50, 55, 60, 70, 80, 100 und + 120°C für je 1 Stunde konnte histometrisch im Kollagen-volumen kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Der Bindegewebsgehalt eines Rohbrätes und jener der daraus hergestellten Brühwurst waren etwa gleich groß. Gerigk (41) untersuchte den Kollagengehalt von Brühwürsten der Spitzen-, Mittel- und Einfachqualität, letztere mit unterschiedlichem Sehnenzusatz. Ferner wurden die verschiedenen Qualitätsstufen mit unterschiedlichem Zerkleinerungsgrad hergestellt und schließlich noch als Würste, eingedoste Würste und als Brät unterschiedlichen Erhitzungsgraden ausgesetzt. Die Würste wurden bei +75°C gebrüht und die eingedosten Waren bei + 95°C 1 1/2 Stunden erhitzt. Er kam zu dem Ergebnis, daß bei höher erhitzten Waren gleicher Rezeptur der Muskelanteil um 2 bis 15 % wuchs und daß feinzerkleinertes Material einen geringeren Kollagenanteil aufwies als grobes. Die Unterschiede betrugen bis 8 %. Durch beide Einflüsse gemeinsam - stark zerkleinert und stark erhitzt - wurden Unterschiede von 8 bis 25 % gegenüber grobzerkleinerten und gebrühten Würsten ermittelt. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte Woltersdorf (145). Er untersuchte die Veränderungen des Kollagenvolumens bei der Herstellung von Dosenwürstchen und Hackbratenkonserven. Die Kollagenwerte des Rohbrätes und jene nach dem Räuchern (+ 80°C / 1 Std.) zeigten keine Unterschiede, hingegen fiel der Kollagengehalt während der Sterilisation (Räucherung mit anschließender Sterilisation bei + 90°C / 1 Std.) um ca. 10 Vol.% ab. Gleiche Beobachtungen trafen für Hackbraten zu. Bei rohem Brät und bei 5 Minuten lang in + 120°C heißem Fett frittierter Klopse zeigten sich keine signifikanten Unterschiede, während im Autoklaven sterilisierter Hackbraten (+ 120°C / 1 Std.) einen signifikanten Abfall des Kollagenvolumens aufwies, wenn auch das Bild nicht einheitlich war. In weiteren Versuchen erhitze Woltersdorf Brühwurstbrät stufenweise von + 40°C bis + 120°C und stellte dabei fest, daß das Kollagen zwischen + 40°C und + 60°C seine

größte Ausdehnung erlangt, d. h. die Quellung des Bindegewebes ist während der bereits einsetzenden Verleimung maximal. Bei Temperaturen über $+ 60^{\circ}\text{C}$ liegt nur noch Leim vor, der in Lösung geht und in die umgebende Flüssigkeit als Gelatine "ausgekocht" wird. Der Verfasser nennt als Faktoren, die zu einer Erhöhung des Bindegewebsvolumens führen, niedrige Brühtemperaturen, eine optimale Menge Quellungswasser, grobe Zerkleinerung des Brätes und die Verarbeitung des Fleisches älterer Tiere; Faktoren, die zu einer Verminderung des Kollagenvolumens führen, sind dementsprechend hohe Sterilisationstemperaturen, Feinstzerkleinerung des Brätes und die Verwendung des Fleisches junger Tiere.

Schönberg (134) geht in seiner Erklärung für das unterschiedliche Verhalten des Kollagens beim Erhitzen davon aus, daß Kollagen beim Erwärmen mit Wasser in Gelatine übergeht, die in heißem Wasser löslich ist und in erkaltetem Zustand Gallerte bildet. Die Ausbreitung der Gelatinemassen ist sehr vielseitig und entsprechend der Erhitzungshöhe sehr unterschiedlich. Am stärksten sei deren Ausbreitungstendenz bei $+ 100^{\circ}\text{C}$. Die Gelatine fließt in die bei Brühwurst eigentümlichen Hohlräume aus und erstarrt dort in erkaltetem Zustand. In Wirklichkeit liege also lediglich eine Ausbreitung der Gelatine durch Zerkleinerung und Erhitzung des Wurstgutes vor.

Bartels und Ristow (11) stellten Brühbratwürste gewerbeüblicher Rezeptur her und unterwarfen sie verschiedenen Erhitzungsprozessen (Räuchern, Brühen, Braten). Die zum Räuchern vorgesehenen Würste wurden bei $+ 40^{\circ}\text{C}$ 39 Minuten in der Räucherammer getrocknet und anschließend bei $+ 75^{\circ}\text{C}$ 2 Stunden und 35 Minuten geräuchert. Das Brühen der hierfür vorgesehenen Würste erfolgte im Kessel bei $+ 78^{\circ}\text{C}$ 20 Minuten lang. Das Braten der Würste erfolgte in drei Stufen in einer Pfanne, gemeinsam für alle hierfür vorgesehenen Würste: nach 10 Minuten wurden die "leicht gebratenen" Würste entnommen, nach 20 Minuten die "mittelgebratenen" Würste und nach 30 Minuten die "stark gebratenen". Bei den "leicht gebratenen" Würsten konnte eine Kerntemperatur von $+ 100^{\circ}\text{C}$ gemessen

werden. Die Untersucher konnten feststellen, daß bei den Brühbratwürsten, die lediglich geräuchert oder gebrüht oder gebraten wurden, keine Zunahme des Bindegewebsvolumens gegenüber dem Rohbrät gefunden werden konnte, während bei einer zweiten Erhitzungsperiode (Brühen nach Räuchern oder Braten nach Brühen) bei Temperaturen oberhalb $+ 80^{\circ}\text{C}$ erhebliche Abnahmen des Bindegewebsvolumenanteils eintraten, und zwar bis zu 10 Vol.%. Bartels und Ristow sehen im Austritt kollagener Substanzen (Rißbildung bei "mittel" und "stark gebratenen" Brühbratwürsten, sowie Verlust der bei der Heißräucherung bereits verleimten, kollagenen Substanz durch den Darm beim anschließenden Brühen) sowie in der Volumenänderung des Skelettmuskelfleisches und / oder des Bindegewebes die Ursachen für die beobachtete Kollagenvolumendifferenz zwischen rohen und unterschiedlich erhitzten Brühbratwürsten.

Die einzelnen Autoren machten somit hinsichtlich des Einflusses der Erhitzung auf den Bindegewebsgehalt in Fleischerzeugnissen verschiedene Beobachtungen. Eine Volumenzunahme, allerdings in unterschiedlichen Temperaturbereichen, wurde von Woltersdorf zwischen $+ 40^{\circ}\text{C}$ und $+ 60^{\circ}\text{C}$, von Baxevanis zwischen $+ 70^{\circ}\text{C}$ und $+ 100^{\circ}\text{C}$ und von Wersching und Kovács zwischen $+ 85^{\circ}\text{C}$ und $+ 103^{\circ}\text{C}$ festgestellt. Weder eine Zunahme noch eine Abnahme des Kollagenvolumens konnte Bentler bei Temperaturen zwischen $+ 50^{\circ}\text{C}$ und $+ 120^{\circ}\text{C}$ beobachten. Auch Bartels und Ristow konnten bei Temperaturen bis $+ 80^{\circ}\text{C}$ und bei einmalig erhitzter Ware keine Zunahme des Kollagenvolumens registrieren. Eine Abnahme des Bindegewebsgehaltes wurde von Gerigk zwischen $+ 75^{\circ}\text{C}$ und $+ 95^{\circ}\text{C}$ festgestellt. Auch Baxevanis beobachtete bei Temperaturen zwischen $+ 100^{\circ}\text{C}$ und $+ 120^{\circ}\text{C}$ eine Abnahme des Kollagenvolumens um 2 bis 9 Vol.%. Bei Woltersdorf nahm das Kollagenvolumen bei zweimaligem Erhitzen (Räuchern bei $+ 80^{\circ}\text{C}$ und Sterilisieren bei $+ 90^{\circ}\text{C}$) um ca. 10 Vol.% ab. Bartels und Ristow stellten bei Temperaturen oberhalb $+ 80^{\circ}\text{C}$, verbunden mit einem zweiten Erhitzungsprozeß, ebenfalls eine Abnahme des Kollagenvolumens um ca. 10 Vol.% fest.

c) Statistische Auswertung der Ergebnisse

Da bei der Bewertung von Ergebnissen der histometrischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen mit zufälligen Fehlern gerechnet werden muß, ist es für jeden Untersucher wichtig, seine Ergebnisse statistisch abzusichern, das heißt, mit Hilfe statistischer Tests zu prüfen, ob die bei den ermittelten Ergebnissen auftretenden Schwankungen rein methodisch bedingt sind oder tatsächliche, signifikante Unterschiede darstellen. Nach Schmidt (129) stellen statistische Prüfmethoden das Endglied einer Analyse dar, die eine Anzahl von Werten in geeigneter Weise ordnet und zusammenfaßt.

Die bei der histometrischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen nicht selten vorkommenden unterschiedlichen Ergebnisse bei der Untersuchung ein und derselben Probe können ursächlich, wie bereits angeführt, materialbedingt, in der Inhomogenität des Wurstgutes zu suchen sein; sie können aber auch nach Ansicht Matthies (106) methodisch bedingt sein, das heißt, auf persönlichen Differenzierungsfehlern, unterschiedlicher Präparations- und Färbetechnik und auf statistischen Fehlern beruhen. Mit Hilfe der "Richtlinien für die einheitliche Durchführung der histologischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen" (158) von 1967 versuchte man, diese Ursachen weitgehend einzuschränken.

Diese Richtlinien empfehlen eine Vereinheitlichung in der Technik und auch in der Auswertung der Ergebnisse, und zwar derart, daß bei quantitativen Beanstandungen die Grenzwertüberschreitungen unter Berücksichtigung der Streuung des Materials durch das Vertrauensschema nach Prändl (120, 121) statistisch abzusichern sind, wobei eine Varianz von $s^2 = 9$ als Höchstwert nicht überschritten werden darf. Nach den jüngsten Arbeiten von Matthies (106) sind diese Richtlinien insofern lückenhaft, als sie keine Angaben über eine erforderliche Trefferpunktzahl pro Schnitt oder über die notwendige Gesamttrefferzahl je Probe und über den Testpunktabstand enthalten. So begründet auch Borges (23) die Bedeutung der Trefferzahlen für die Sicherheit der histometrischen Un-

tersuchung mit der Annahme, daß bei der Histometrie mit großen zufälligen Schwankungen der Meßwerte gerechnet werden muß, die in Abhängigkeit stehen zur Trefferzahl.

Die absolute Standardabweichung s , die bei der statistischen Auswertung von Ergebnissen als Maß der Streuung angegeben wird und die aus der Trefferzahl und den jeweiligen Komponentenanteilen berechnet wird (Schmidt (129)), ist nach Prändl (121) in ihrer Anwendbarkeit für die statistische Auswertung histometrischer Ergebnisse fragwürdig, da andere, in der Biologie häufig gegebene Eigenschaften des Untersuchungsmaterials die Streuung der ermittelten Ergebnisse wesentlich beeinflussen könnten.

Kotter, Terplan, Kreuzer und Lorck (85) sind der Meinung, daß es nicht darum gehe, die Höhe der Überschreitung zu sichern, sondern nur um die Sicherung der Überschreitung als solcher.

Matthies (105) wies darauf hin, daß die beim Punktzählverfahren auftretende Streuung der Ergebnisse u. a. auf methodischen Schwankungen, das heißt zufälligen Fehlern beruhen kann. Bei den heute gebräuchlichen Integrationsverfahren in der Histometrie müsse mit diesen zufälligen Fehlern gerechnet werden, die unter Annahme des Vorliegens einer Binomialverteilung für jede Gesamttrefferpunktzahl statistisch festlägen. Die Varianz (s^2) zwischen den Schnitten sei u.a. von der Zahl der Gesamttrefferpunkte abhängig, so daß bei geringer Punktzahl häufig höhere Werte als 9 gefunden würden. Deshalb machte Matthies den Vorschlag, bei histometrischen Ergebnissen zur besseren Vergleichsmöglichkeit immer die Gesamttrefferpunktzahl mit anzugeben. Matthies (106) stellte eine Tabelle auf, in der er die möglichen methodischen, zufallsbedingten Schwankungen bei der histometrischen Untersuchung in Abhängigkeit von den Gesamttrefferzahlen und einem wahren Bindegewebsgehalt p (in Vol.%) zusammenfaßte. Er empfahl, bei der Beurteilung von histometrischen Ergebnissen die in dieser Tabelle angegebenen Schwankungen mit zu berücksichtigen. Borges (23) stellte für das histometrische Prüf-

verfahren statistische Prinzipien auf und erarbeitete eine Operationscharakteristik, mit deren Hilfe es außerdem möglich sei festzustellen, ob die Wahrscheinlichkeit besteht, daß die Qualität eines Erzeugnisses bei einer bestimmten Unter- oder Überschreitung eines angenommenen Grenzwertes als ausreichend beurteilt wird, das heißt, wie groß das Risiko einer Fehlentscheidung bei der Beurteilung einer Ware für den Produzenten und den Konsumenten ist (Matthies (105)).

2. Chemische Untersuchung

a) Bestimmung von Wasser, Fett, Eiweiß und Asche

Um einen Überblick über die Gesamtzusammensetzung eines Fleischerzeugnisses zu bekommen und eine gerechte Beurteilung aussprechen zu können, ist neben der histologischen Untersuchung sowie der histometrischen Bindegewebsermittlung auch eine Berücksichtigung der Zusammensetzung hinsichtlich des Wasser-, Fett- und Eiweißgehaltes zu empfehlen.

Zur Bestimmung des Wassergehaltes wird nach den Empfehlungen der International Organization for Standardization (ISO) (159) aus dem zu untersuchenden Material mit Sand mit Hilfe eines Glasstabes eine homogene Mischung hergestellt, wobei die Sandmenge das drei- bis vierfache der Menge des Untersuchungsmaterials betragen soll. Die in einer Schale von genormter Größe sich befindende homogene Mischung wird mit dem Glasstab im Trockenschrank bei $+ 103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ getrocknet. Nach Abkühlung der Schale samt Inhalt auf Zimmertemperatur werden 5 bis 10 g der vorbereiteten Probe mit der Schale auf 0,001 g genau ausgewogen und 5 bis 10 g (entsprechend der Menge der Probe) Äthanol (mindestens 95-%ig) hinzugegeben und mit dem Glasstab durchmischt. An-

schließlich wird die Schale so lange auf einem Wasserbad von + 60°C bis + 80°C unter gelegentlichem Umrühren erhitzt, bis der Alkohol verdunstet ist. Danach erfolgt eine 2-stündige Erhitzung der Schale mit Probeninhalt im Trockenofen bei + 103°C $\pm$ 2°C mit anschließendem Abstellen im Trockenschrank. Nach Abkühlung auf Zimmertemperatur wird die Schale mit der Probe erneut auf 0,001 g genau gewogen.

Die Berechnung des Wassergehaltes erfolgt in Gewichtsprozenten nach der Formel:

$$(M_1 - M_2) \times \frac{100}{(M_1 - M_0)} ; \text{ dabei bedeutet:}$$

M_0 = Gewicht der Schale, des Glasstabes und des Sandes (in Gramm),

M_1 = Gewicht der Schale, einschließlich des Gewichtes der zu untersuchenden Probe, des Glasstabes und des Sandes vor dem Trocknen (in Gramm),

M_2 = entspricht dem Gewicht von M_1 nach dem Trocknen (in Gramm).

Als Ergebnis des Wassergehaltes einer Probe gilt das arithmetische Mittel zweier Messungen aus dem Material derselben Probe. Das Ergebnis besitzt nur Gültigkeit, wenn die beiden Einzelbestimmungen entweder gleichzeitig oder in kurzem zeitlichen Abstand durch den gleichen Untersucher durchgeführt wurden und keine größeren Abweichungen als 0,5 % aufweisen.

Andere mit weniger Zeitaufwand verbundene Methoden wurden bereits früher von vielen Autoren entwickelt (Krol und Meester (87), Schierbaum (127), Biegler (21) und andere).

Mit Hilfe des Ultra-X-Schnellanalysengerätes ist der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung eine kombinierte Schnellbestimmung des Wasser- und Fettgehaltes in Fleischerzeugnissen möglich. Mit diesem Gerät wird das Untersuchungsmaterial zunächst durch Bestrahlung mit Infrarotlicht getrocknet, wobei der dem Gewichtsverlust entsprechende Wassergehalt

auf der Skala der Analysenwaage direkt in Prozent abgelesen werden kann. Danach wird das Fett aus dem getrockneten Material mit Hilfe von Tetrachlorkohlenstoff extrahiert, und eine erneute Wägung ergibt den prozentualen Gesamtgewichtsverlust gegenüber dem Ausgangsmaterial. Der prozentuale Fettgehalt kann daraufhin als Differenz zum vorher ermittelten Wassergehalt errechnet werden. Bartels und Gerigk (7), Matthies (104), Flemming und Drechsler (32) und Fleischmann (31) fanden bei Prüfung des Ultra-X-Schnellanalysengerütes übereinstimmend, daß beim Vergleich der mit diesem Gerät ermittelten Werte für den Wasser- und Fettgehalt gegenüber den mit den chemischen Standardmethoden ermittelten Werten im Durchschnitt eine Abweichung unter $\pm 1\%$ festgestellt werden konnte.

Bei der Bestimmung des Fettgehaltes empfiehlt die International Organization for Standardization (ISO) (160), 3 bis 5 g des Untersuchungsmaterials homogen zu zerkleinern, mit 50 ml Salzsäure aufzuschließen und in einen Erlmeyerkolben zu verbringen, der mit einem Uhrglas abgedeckt und unter Zugabe von Siedesteinchen bis zum Kochen des Inhaltes erhitzt wird. Nach 1-stündigem Kochen werden 150 ml heißes Wasser zugegeben und das gesamte Material durch Filterpapier filtriert. Das Filterpapier muß durch mehrmaliges Waschen von Salzsäureresten befreit und nach dem Trocknen im Trockenofen bei $+ 103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ in einen Extraktionsapparat gebracht werden, zusammen mit dem mit Hilfe eines Lösungsmittels von Fettresten befreiten Uhrglas und Erlmeyerkolben. Das Lösungsmittel wird in eine zuvor getrocknete Flasche gefüllt und ebenfalls in den Extraktionsapparat gegeben. Die Extraktion hat 4 Stunden lang in einem Sand- oder Wasserbad zu erfolgen. Danach läßt man das in der Extraktionsflasche befindliche Lösungsmittel restlos in einem Sand- oder Wasserbad verdampfen und trocknet die Extraktionsflasche eine Stunde lang im Trockenofen bei $+ 103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Nach Abkühlung im Trockenschrank auf Zimmertemperatur wird die Extraktionsflasche mit dem darin enthaltenen Fett bis auf 0,001 g genau gewogen.

Die Berechnung des Fettgehaltes in Gewichtsprozenten erfolgt nach der Formel:

$$(M_2 - M_1) \times \frac{100}{M_0} ; \text{ dabei bedeutet:}$$

M_0 = Gewicht der zu untersuchenden Probe (in Gramm),

M_1 = Gewicht der leeren Extraktionsflasche mit Siedesteinchen (in Gramm).

Als Ergebnis des Fettgehaltes einer Probe gilt auch hier das arithmetische Mittel zweier Messungen, deren Differenz ebenfalls nicht höher als 0,5 % betragen darf.

Auch bei der Fettbestimmung sind bereits seit längerer Zeit von verschiedenen Untersuchern Schnellmethoden vorgeschlagen worden (Buss und Raschke (25), Großklaus (49), Pohja, Komulainen und Niinivaara (119), Salwin, Bloch und Mitchel (126), Krol und Meester (87) und andere).

Die Bestimmung des Eiweißgehaltes erfolgt durch die Methode nach Kjeldahl, bei der zunächst der Gehalt an Stickstoff bestimmt wird. Das eiweißhaltige Untersuchungsmaterial wird mittels konzentrierter Schwefelsäure aufgeschlossen, unter Verwendung von Kupfer (II)sulfat als Katalysator. In dem sich dabei vollziehenden Oxydoreduktionsprozeß wird der Stickstoff zu Ammoniak reduziert, der an Borsäure gebunden und dessen Gehalt durch Titration mit Salzsäure bestimmt wird. Der aus dem Ammoniakgehalt ermittelte Stickstoffwert ergibt durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25 den endgültigen Eiweiß- bzw. Rohproteingehalt (Heimann (55)). Bei diesem Verfahren ist darauf zu achten, daß hierbei auch Stickstoff aus Nichteiweißverbindungen mit erfaßt wird, was bei der Errechnung des Eiweißgehaltes aus der Stickstoffmenge berücksichtigt werden muß. Zur Erfassung der eigentlichen Eiweißsubstanz, des sogenannten Reinproteins, werden verschiedene Fällungsreaktionen angewendet, wie zum Beispiel die Kupferhydroxyd-, Uranacetat-, Alkoholverfahren (Heimann (55)).

Zur Bestimmung des Aschegehaltes wird das Untersuchungsmaterial zunächst bei kleiner Flamme verkohlt und dann im elektrischen Muffelofen verascht (Beythien und Diemair (20)).

b) Feststellung des Bindegewebeseiweißanteils am Gesamteiweiß (Hydroxyprolin-Methode)

Der Bindegewebsgehalt von Fleischerzeugnissen wird auf dem Wege über die Bestimmung des unterschiedlichen Gehaltes an Hydroxyprolin im Muskelfleisch und im Bindegewebe festgestellt. Die Methode der Ermittlung des Hydroxyprolins geschieht heute vor allem auf der Grundlage des von Neuman und Logan (113) im Jahre 1950 vorgeschlagenen Verfahrens, das in der Folgezeit von vielen Autoren modifiziert wurde.

Hydroxyprolin ist eine Aminosäure, die bei Kollagen zwischen 8,7 % und 13,0 %, bei Elastin zwischen 1,6 % und 2,0 % und im Muskelfleisch nicht enthalten ist (Möhler und Antonacopoulos (109)).

Das Prinzip der Hydroxyprolin-Bestimmung nach Neuman und Logan (113) beruht darauf, daß das Hydroxyprolin im alkalischen Milieu mit Wasserstoffperoxyd bei Anwesenheit von Kupferionen zu einem Produkt oxydiert wird, das nach Ansäuerung mit p-Dimethylaminobenzaldehyd eine rote Farbe ergibt. Dazu versetzten Neuman und Logan 1 ml der zu untersuchenden Lösung mit je 1 ml 0,01 m - Kupfersulfatlösung, 2,5 n - Natronlauge und 6%iger Wasserstoffperoxydlösung, mischten und schüttelten während eines Zeitraumes von fünf Minuten gelegentlich, um abermals für fünf Minuten diese Lösung im Wasserbad bei + 80°C zu erhitzen, wobei sie häufig kräftig schüttelten, um überschüssiges Wasserstoffperoxyd zu zerstören, damit die weitere Bestimmung nicht gestört würde. Nach Abkühlung wurden 4 ml 3 n-Schwefelsäure zugegeben und dann 2 ml der 5%igen p-Dimethylaminobenzaldehydlösung in Propanol zugefügt und sorgfältig gemischt. Die Reagenz-

gläser wurden danach 16 Minuten lang bei + 70°C im Wasserbad erhitzt und dann abgekühlt. Abschließend erfolgte die Messung der Lichtabsorption der rot gefärbten Lösung im Vergleich zu einer Blindlösung in einem photoelektrischen Colorimeter. Der Gehalt an Hydroxyprolin war dann auf einer Eichkurve abzulesen, die gleichzeitig durch Ansatz von Standardhydroxyprolinlösungen mit bekanntem Gehalt aufgestellt wurde. Der eigentlichen Bestimmung ging eine Hydrolyse des Proteins mit 6 n-Salzsäure voraus.

In verschiedenen Kollagenzubereitungen fanden Neuman und Logan (114) einen Hydroxyprolingehalt von $13,4 \pm 0,24$ %. Sie machten deshalb den Vorschlag, den gefundenen Hydroxyprolingehalt durch Multiplikation mit dem Faktor 7,46 in das Äquivalent an Kollagen umzurechnen.

Dieses von Neuman und Logan veröffentlichte Verfahren wurde in der Folgezeit von zahlreichen Autoren diskutiert und modifiziert. So überprüften und überarbeiteten u. a. Möhler und Antonacopoulos (2, 109) dieses Verfahren im Hinblick auf die Anwendung zur Bindegewebsbestimmung in Fleischerzeugnissen. Nach der von diesen Autoren angegebenen Modifikation werden 4 bis 5 g der homogenisierten Probe genau abgewogen, mit etwa 750 mg Zinn(II)chlorid, 5 ml Wasser und 10 ml konzentrierter Salzsäure versetzt und vermischt. Dann wird am Rückflußkühler sechs bis sieben Stunden mäßig gekocht und anschließend das Hydrolysat nach Abkühlung bis zur bleibenden Trübung durch ausfallendes Zinnhydroxyd mit 6 n-Natronlauge versetzt. Dieses Hydrolysat wird danach mit Hilfe von gesättigter Natriumkarbonatlösung auf pH 8 eingestellt, um die Fällung zu vervollständigen. Das daraufhin in einen 100 ml Meßkolben überführte Gemisch wird mit Wasser auf 100 ml aufgefüllt, gemischt und mindestens 30 Minuten stehen gelassen. Nach Filtration muß dann das filtrierte Hydrolysat auf eine zweckmäßige Konzentration gebracht werden, da die Extinktion der entwickelten Farbe nur im Bereich einer halben Zehnerpotenz dem Lambert-Beerschen Gesetz gehorcht. Zu 1 ml des entsprechend verdünnten Hydrolysates

und gleichfalls zu 1 ml Wasser als Blindprobe werden dann je 1 ml 0,05 m-Kupfersulfatlösung, 3,5 n-Natronlauge und 6%iges Wasserstoffperoxyd gegeben. Unter Umschütteln bleiben die Reagenzgläser bis zur Beendigung der am Aufschäumen erkennbaren Reaktion stehen, werden dann mit durchbohrten oder eingekerbten Stopfen verschlossen und genau zehn Minuten in das auf $+ 75^{\circ}\text{C}$ erwärmte Wasserbad verbracht. Nach anschließender, 5-minütiger Abkühlung unter fließendem Wasser gibt man je 4 ml 3 n-Schwefelsäure zu, wodurch sich der gebildete Kupferoxydniederschlag wieder auflöst. Es folgt der Zusatz von 2 ml 5%iger p-Dimethylaminobenzaldehydlösung in n-Propanol, gute Durchmischung, Verschuß der Reagenzgläser und Erhitzung im auf $+ 75^{\circ}\text{C}$ eingestellten Wasserbad für genau 20 Minuten. Anschließend wird wieder fünf Minuten lang unter fließendem Wasser gekühlt und dann frühestens nach zehn Minuten die Extinktion der Lösung in einem Spektralphotometer bei einer Wellenlänge von 560 m μ gemessen. Aus einer mit Hilfe von Hydroxyprolin-Standardlösungen aufgestellten Eichkurve kann dann der der gemessenen Extinktion entsprechende Hydroxyprolinwert abgelesen werden. Nun erhält man durch Umrechnung unter Berücksichtigung der Verdünnung den Hydroxyprolingehalt in der Gesamtmasse und schließlich durch Bezugnahme auf den Rohproteingehalt ($N \times 6,25$) und Multiplikation mit dem Faktor 8 den prozentualen Bindegewebsanteil am Rohprotein. Der Faktor 8 ergibt sich daraus, daß Gelatine, bezogen auf $N \times 6,25$, durchschnittlich 12,5 % Hydroxyprolin enthält.

An Modellversuchen mit verschiedenen Zusatzmengen von Bindegewebe konnten Möhler und Antonacopoulos (109) eine einwandfreie Beurteilung des Bindegewebsgehaltes in Fleisch und Wurstwaren mit Hilfe der Hydroxyprolin-Methode feststellen.

Andere Verfahren zur Hydroxyprolinbestimmung, die ebenfalls auf dem Prinzip der Oxydation des Hydroxyprolins und der Umsetzung der Oxydationsprodukte mit p-Dimethylaminobenzaldehyd beruhen, aber nicht das 1950 von Neuman und Logan (113) dafür eingeführte Wasserstoffperoxyd als Oxydationsmittel benutzen, sind bereits seit längerer Zeit von vielen

Autoren beschrieben worden. So verwendeten Lang (88), Waldschmidt-Leitz und Akabori (140) und Wiss (144) zur Oxydation Natriumhypochlorid, Mütting (111), Kivirikko und Liesmaa (70) Natriumhypobromit. Die von Stegemann (139) vorgeschlagene Verwendung von Chloramin-T-Lösung als Oxydationsmittel war eine wesentliche Weiterentwicklung.

In jüngster Zeit hat sich die Arbeitsgemeinschaft "Fleischwaren" des Arbeitskreises Nordrhein-Westfalen in der Fachgruppe Lebensmittelchemie der GDCh (165) mit den verschiedenen Methoden zur Bestimmung des Hydroxyprolingehaltes unter dem Gesichtspunkt einer möglichst einfachen und reproduzierbaren Verfahrensvorschrift auseinandergesetzt. Dabei wurde der Methode nach Stegemann (139) der Vorzug gegeben. Es wurde eine Modifikation erarbeitet, die als Standardmethode vorgeschlagen wird und sich von der Original-Stegemann-Methode in folgenden Punkten unterscheidet:

1. Die Neutralisation des Hydrolysates entfällt, da es sich gezeigt hat, daß bei den notwendigen Verdünnungen Restmengen von Salzsäure ohne weiteres weggepuffert werden.
2. Bei jeder Meßreihe laufen abgestufte Hydroxyprolin-Standardlösungen mit, und es erfolgt die Bewertung unter rechnerischer Ermittlung des Blindwertes aus der Extinktionsdifferenz von reinen Hydroxyprolinlösungen verschiedener Konzentrationen.
3. Für große Serien werden die sonst notwendigen Zwischenverdünnungen umgangen, indem direkt 100 ml Hydrolysat mit Hilfe von Verdünnungsautomaten mit der gleichzeitig dosierten Oxydationslösung abgemessen werden. Die Stammlösungen von Hydroxyprolin werden mit Natriumäthylmercurithiosalizylat konserviert und sind mehrere Monate haltbar.

Mithin entfallen bei dieser Methode die zeitraubende Neutralisation des Gesamthydrolysates mit Lauge und die ebenfalls zeitlich aufwendigen Zwischenverdünnungen (Arbeitsgruppe "Fleischwaren" des Arbeitskreises Nordrhein-Westfalen in der GDCh-Fachgruppe "Lebensmittelchemie und gerichtliche Chemie (165)).

C. Eigene Untersuchungen

Durch eigene Untersuchungen sollte geklärt werden, ob eine "Verfälschung" von Brühwurst mittlerer Qualität infolge des Zusatzes von Zungenabschnitten eintreten kann.

Meine Untersuchungen gliederten sich in zwei Abschnitte: Die Untersuchungen im ersten Abschnitt sollten Aufschluß über den Bindegewebsgehalt der Zunge geben. Zu diesem Zweck sollte

- a) die histologisch erkennbare Zusammensetzung der Zunge vom Schwein und vom Rind,
- b) das histometrisch feststellbare Bindegewebsvolumen der einzelnen Zungenabschnitte vom Schwein und vom Rind und
- c) das histometrisch feststellbare Bindegewebsvolumen der Gesamtzunge vom Schwein und vom Rind

ermittelt werden.

Der zweite Abschnitt der Untersuchungen sollte den Einfluß der Verarbeitung von Zungenmaterial auf den Bindegewebsgehalt von Brühwurst mittlerer Qualität klären. Es wurde auf Grund der im ersten Abschnitt ermittelten Ergebnisse für das im zweiten Abschnitt benötigte Zungenmaterial nur Material der Gesamtzunge des Schweines verwendet (siehe Material). Bei drei Brühwurstchargen, die einen unterschiedlichen Zungenzusatz erhielten, wurde

- a) die histometrische Untersuchung des Ausgangsmaterials (Magerfleisch und Zunge),
- b) die histometrische Untersuchung des Rohbrätes der Chargen I, II und III,
- c) die organoleptische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III und
- d) die histometrische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III

durchgeführt.

I. Material

1. Abschnitt der Untersuchungen (Untersuchung der Zunge vom Schwein und vom Rind)

- a) Zur Prüfung der geweblichen Zusammensetzung der Zungen durch histologische Untersuchung wurden eine in der Längsrichtung halbierte Schweinezunge und eine in der Längsrichtung halbierte Rinderzunge verwendet.
- b) Für die histometrische Untersuchung des Bindegewebsvolumens der einzelnen Zungenabschnitte wurden außer der bei der histologischen Untersuchung (s. 1.a)) übriggebliebenen Schweine- und Rinderzungenhälfte noch zusätzlich zwei Schweine- und zwei Rinderzungen verarbeitet.
- c) Für das histometrisch feststellbare Bindegewebsvolumen der Gesamtzunge wurden zwölf Schweine- und elf Rinderzungen zur Untersuchung herangezogen.

Die für diesen ersten Abschnitt der Untersuchungen verwendeten Zungen wurden frisch vom Großhandel bezogen und bis zur Weiterverarbeitung bei + 4°C im Kühlschrank aufbewahrt.

2. Abschnitt der Untersuchungen (Untersuchung der Brühwurstchargen)

Um den Einfluß der Verarbeitung von Zungenmaterial auf den Bindegewebsgehalt von Brühwurst mittlerer Qualität zu prüfen, wurden im zweiten Abschnitt der Untersuchungen für

- a) die histometrische Untersuchung des Ausgangsmaterials (Magerfleisch und Zunge),
- b) die histometrische Untersuchung des Rohbrätes der Chargen I, II und III,
- c) die organoleptische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III und
- d) die histometrische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III

drei Brühwurstchargen zu je 10 Würstchen untersucht. Die Brühwürste wurden als mittlere Qualität im Sinne der Richtlinien für Fleischerzeugnisse in der Versuchsfleischerei des Institutes aus gleichem Grundmaterial hergestellt, unter Verwendung unterschiedlicher Mengen von Zungenmuskulatur. Die Zusammensetzung war im einzelnen wie folgt:

Charge I = Kontrollcharge ohne Zungenzusatz

Charge II = Ersatz von einem Drittel des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial

Charge III = Ersatz von zwei Dritteln des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial

Die Herstellung der Brühwürstchen erfolgte durch den am Institut tätigen Fleischermeister in Gegenwart des Untersuchers. Die drei Chargen wurden nach folgendem Materialplan hergestellt:

Char- gen- Nr.	Magerfleisch (Fleisch wie gewachsen)	Zunge (v. Schw.)	Fett- gewebe	Schüttung (Eisschnee)	Gesamtgew. d. Brätes d. fertig. Charge
I	800 g	-	400 g	400 g	1600 g
II	533 g	267 g	400 g	400 g	1600 g
III	267 g	533 g	400 g	400 g	1600 g
Summe	1600 g	800 g	1200 g	1200 g	

Der Magerfleischanteil bestand je zur Hälfte aus Schweine- und Rindfleisch. Dazu wurden im einzelnen verwendet:

vom Schwein:

Eisbein vom Bug	= 470 g
magere Bauchabschnitte	= 120 g
Brustspitze	= 310 g
	900 g

vom Rind:

bindegewebsreichste Stellen vom Bug	= 900 g
--	---------

Gesamtgewicht des Magerfleischanteils

vom Schwein und vom Rind = 1800 g.

Sämtliches Magerfleisch war vor dem Zeitpunkt der Verarbeitung bei $- 20^{\circ}\text{C}$ eingefroren.

Als Zungenmaterial wurde Schweinezunge verarbeitet. Die auf Grund der im ersten Abschnitt der Untersuchungen ermittelten Ergebnisse, wonach die Zunge des Schweines im Mittel ca. 40 Vol. % Bindegewebe enthält (Zunge des Rindes: ca. 33,5 Vol. %), was dem Durchschnittswert aus dem bindegewebsreichsten Zungenabschnitt des Schweines (= Zungenspitze) und des Rindes (= aboraler Zungengrund) entspricht, ließen es aus wirtschaftlichen Gründen zu, daß die nach dem Materialplan benötigte Zungenmenge sich nicht - wie in den Rezepturen über Brühwurst mit Zungenzusatz angegeben - aus Zungenabschnitten und Zungenresten, sondern aus dem Material der Gesamtzunge des Schweines zusammensetzte: es wurde so das Material mehrerer Gesamtzungen eingespart, die benötigt worden wären, wenn man die nach dem Materialplan erforderliche Zungenmenge aus den bindegewebsreichsten Zungenabschnitten der Gesamtzungen gewonnen und verwendet hätte.

Die verwendete Schweinezungenmenge betrug 900 g. Sie wurde als frische Ware vom Großhandel bezogen.

Der im Materialplan angegebenen Schweinezungenmenge (800 g) sowie dem Schweinefleisch- (800 g) und Rindfleischanteil (800 g) des Magerfleisches (1600 g) waren für jeden Anteil jeweils 100 g als Reserve für die doppelten Probeentnahmen zur histometrischen Untersuchung zugegeben worden.

Als Fettgewebe wurde verwendet:

eine Schweinebacke ohne Drüsen und ohne Schwarte, jedoch mit geringem Magerfleischanteil	= 585 g
Speck von der Brustspitze	= 330 g
Speck vom Eisbein	= 205 g
gewolfte Flomen	= 80 g
	1200 g.

Als Zusätze je Charge wurden verwendet:

- 32 g Nitritpökelsalz (d. h. 20 g/pro 1000 g Chargengewicht⁺)
- 3,2 g Pfeffer (2,0 g/pro 1000 g Chargengewicht⁺)
- 0,8 g Macis (0,5 g/pro 1000 g Chargengewicht⁺)
- 0,8 g Muskat (0,5 g/pro 1000 g Chargengewicht⁺)
- 0,4 g Koriander (0,25 g/pro 1000 g Chargengewicht⁺)
- 3,6 g "Glutamal S 3" (3,0 g/pro 1000 g Chargengewicht⁺,
abzüglich des Gewichtes der Schüttung).

⁺Anmerkung: Chargengewicht = Gesamtgewicht von Magerfleisch,
Zunge, Fettgewebe und Schüttung
je Charge.

Magerfleischanteil, Zungenmaterial und Fettgewebe wurden je für sich einmal mit der 2mm-Scheibe gewolft und von Hand gut durchmischt. Für die spätere histometrische Untersuchung wurden anschließend je eine Doppelprobe vom Magerfleischanteil und vom Zungenmaterial entnommen.

Der durch das Wolfen und die Probeentnahme entstandene Materialverlust wurde durch die in der Abwiegung des Rohmaterials enthaltene Reserve ausgeglichen.

Die gewolften Magerfleisch-, Zungen- und Fettgewebeanteile wurden dem oben angeführten Materialplan entsprechend für jede Charge abgewogen sowie der Magerfleisch- und Zungenanteil für die einzelnen Chargen mit der in der Rezeptur angegebenen Menge Nitritpökelsalz von Hand gemischt und nach Kennzeichnung in Charge I, II und III 20 Stunden bei + 1 bis + 2°C gekühlt. Die Weiterverarbeitung erfolgte bei jeder Charge nach nachstehend aufgeführtem Prinzip:

Zunächst wurde der Fleisch- (Charge I) bzw. Fleischzungenanteil (Charge II und III) im Tischkutter mit einem Vier-Messersatz für die Dauer von 90 Schüsselumdrehungen unter Zusatz von Eisschnee feinzerkleinert, um nach Zugabe des Fettgewebes und der Gewürzmischung in weiteren 30 Kutterrunden zu einem bindigen Brät gearbeitet zu werden.

Von dem fertigen Rohbrät der Chargen I, II und III wurde für die histometrische Untersuchung jeweils eine Doppelprobe entnommen.

Das fertige Brät wurde mittels einer Handabfüllmaschine in Schweinedünndärme abgefüllt. Für jede Charge wurden 10 Würstchen im Gewicht von 100 bis 130 g hergestellt und je nach Charge besonders gekennzeichnet. Die Würstchen wurden in der Räucherammer ER 3 (Fa. Fessmann) 30 Minuten bei + 40°C im Rauch vorgetrocknet. Nach weiteren 20 Minuten erfolgte die Heißräucherung für die Dauer von 1 Stunde bei + 75°C. Hiernach wurden die Würstchen 17 Minuten lang bei + 77°C bis + 78°C im Wasserbad gebrüht und anschließend 35 Minuten lang durch Leitungswasserberieselung abgekühlt.

Die für die organoleptische und histometrische Untersuchung der Brühwürstchen der drei Chargen notwendige Aufarbeitung erfolgte innerhalb von höchstens 24 Stunden.

II. Methodik

Das vorliegende Material wurde nach folgendem Schema untersucht:

1. Untersuchung der Zunge vom Schwein und vom Rind (Abschnitt 1)

- a) Histologische Untersuchung der Zunge
- b) Histometrische Untersuchung der Zungenabschnitte
- c) Histometrische Untersuchung der Gesamtzunge

2. Untersuchung der Brühwurstchargen (Abschnitt 2)

- a) Histometrische Untersuchung des Ausgangsmaterials (Magerfleisch und Zunge)
- b) Histometrische Untersuchung des Rohbrätes der Chargen I, II und III
- c) Organoleptische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III

- d) Histometrische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III.

Zu Abschnitt 1: Untersuchung der Zunge vom Schwein und vom Rind

Zu 1.a) Histologische Untersuchung der Zunge:

Hierbei wurden die einzelnen Zungenabschnitte der Zungenspitze, -mitte und des -grundes von Schwein und Rind histologisch untersucht. Da der mikroskopische Feinbau der Zunge hinreichend bekannt ist, beschränkte sich die histologische Untersuchung darauf, lediglich den Anteil des Muskel-, Binde-, Fett- und Drüsengewebes am Querschnitt der Zunge in ihren verschiedenen Abschnitten miteinander zu vergleichen.

Eine Schweinezunge und eine Rinderzunge wurden der Länge nach halbiert, so daß jeweils zwei symmetrische Hälften entstanden. Die eine Hälfte wurde zur histologischen, die andere zur histometrischen Untersuchung verwendet.

Schweinezunge: Die 18 cm lange Zungenhälfte wurde quer zu ihrer Längsachse in 15 gleich lange Segmente zerlegt, die in 10%iger Formalinlösung (1 Teil handelsübliches 40%iges Formalin und 9 Teile Wasser) mindestens 24 Stunden fixiert, danach 2 Stunden gewässert wurden. Von jedem Segment wurde auf dem Gefrieremikrotom ein 10 µ dicker Schnitt angefertigt und auf mit Eiweißglycerin bestrichene Objektträger aufgezogen. Die Schnitte wurden ca. 12 Stunden an der Luft getrocknet und anschließend nach Calleja gefärbt. Hierzu wurden die luftgetrockneten Schnitte zunächst 10 Minuten in Carmalaun gefärbt, anschließend mit Aqua dest. abgespült und dann 30 Minuten in Pikroindigocarmin nachgefärbt. Nach abermaligem Abspülen in Aqua dest. wurden sie in der aufsteigenden Alkoholreihe entwässert und dann für je 5 Minuten in Carbolxylol und Xylol verbracht. Danach wurden die Präparate mit Eukitt und Deckgläschen abgedeckt. Durch die Calleja-Färbung erscheinen die Skelettmuskulatur grün bis

gelbgrün, Bindegewebe blau bis blaugrün, elastisches Gewebe gelb und die Zellkerne rot.

Rinderzunge: Die ca. 37 cm lange Zungenhälfte wurde, ähnlich wie die Schweinezunge, in ca. 1,5 cm große Abschnitte segmentiert und von jedem dieser 25 entstandenen Segmente ein 10 μ dicker Schnitt angefertigt und nach Calleja gefärbt. Die Methodik entsprach der bei der Schweinezunge beschriebenen.

Zu 1.b) Histometrische Untersuchung der Zungenabschnitte: Parallel zur histologischen Untersuchung der in Segmente unterteilten und zu bestimmten Abschnitten - Zungenspitze, Zungenmitte und Zungenrund - zusammengefaßten Zungenhälfen des Schweines und des Rindes wurde mit der übriggebliebenen, zweiten Hälfte der Schweine- und Rinderzunge die histometrische Untersuchung zur Ermittlung des Bindegewebsvolumens durchgeführt, und zwar analog der histologischen Untersuchung in den Zungenabschnitten: Spitze, Mitte und Grund.

Die Schweinezungenhälfte (SZ III) wurde 1 Minute bei + 80°C gebrüht. Anschließend wurde der Epidermisüberzug abgezogen, während die Rinderzungenhälfte (RZ II) vor Entfernung des Epidermisüberzuges 5 Minuten bei + 95°C gebrüht wurde.

Von der 18 cm langen Schweinezungenhälfte (SZ III) wurden als Untersuchungsmaterial für die Zungenspitze die ersten 4 cm verwendet, für die Zungenmitte der Abschnitt vom 7,5. cm bis 11. cm und für den Zungenrund das Material vom 14. cm bis zum 18. cm.

Bei der Rinderzungenhälfte (RZ II) betrug die Länge 37 cm. Hierbei wurden für die Zungenspitze ebenfalls die ersten 4 cm, für die Zungenmitte der Teil vom 10. cm bis 16. cm und für den Zungenrund der vom 27. cm bis 37. cm verwendet, wobei der umfangreiche Zungenrund des Rindes einmal in einen oralen (vom 27. cm bis 32. cm) und zum anderen in einen aboralen Teil (vom 32. cm bis 37. cm) gegliedert und getrennt untersucht wurde.

Die Zerkleinerung und Durchmischung erfolgte bei beiden Zungen in gleicher Weise, jedoch getrennt für Rind und Schwein und außerdem getrennt in Spitze, Mitte und Grund: zunächst wurden die Zungenabschnitte in Würfel von etwa 10 mm Seitenlänge geschnitten und dann durch drei Passagen im Drehwolf zerkleinert. Der zwischen der 2 mm-Lochscheibe und der Schnecke des Drehwolfs verbleibende Zungenanteil wurde auf dem Gefriermikrotom feinstzerkleinert und mit der im Drehwolf zerkleinerten Zunge gut durchmischt, so daß ein feinstzerkleinerter, homogener Zungenbrei von dem jeweiligen Zungenabschnitt vorlag. Anschließend wurde mit der homogenen Zungenmasse wie folgt verfahren:

Entfettung in Äther, Lufttrocknung, Einbettung in Na-Alginat und Formung des eingebetteten Materials in Kugeln bzw. Würfel von 20 mm Durchmesser bzw. Seitenlänge. Diese Kugeln bzw. Würfel kamen für mindestens 24 Stunden zur Fixierung in CaCl_2 -Formalin. Danach wurden sie halbiert und etwa 2 Stunden in fließendem Leitungswasser gewässert. Mit dem Gefriermikrotom wurden von jeder Hälfte 2 Schnitte von 10 μ Dicke angefertigt (ein Schnitt aus dem oberen und ein Schnitt aus dem unteren Drittel), die auf mit Eiweißglycerin bestrichene Objektträger aufgezogen, 12 Stunden an der Luft getrocknet und nach Calleja gefärbt wurden.

Die histometrische Untersuchung dieser Schnitte erfolgte mit dem Point-Counter bei 250-facher Vergrößerung und einem Zeilenabstand und automatischen seitlichen Vorschub von je 1 mm.

Da bei diesen Untersuchungen die jeweils zwischen Zungenspitze, -mitte und -grund liegenden Zungenteile unberücksichtigt blieben, wurden zwei weitere Zungen des Schweines (SZ XIV und SZ XV) und zwei Zungen des Rindes (RZ XIII und RZ XIV) untersucht, und zwar so, daß die 3 Abschnitte der Zunge des Schweines (SZ XIV und SZ XV) bzw. die 4 Abschnitte der Zunge des Rindes (RZ XIII und RZ XIV) zusammengesetzt wiederum die Gesamtzunge ergaben. Hierbei wurde das Gesamtmaterial jedes einzelnen Abschnittes (Spitze, Mitte und Grund) nach Feinzerkleinerung gut durchmischt und daraus

die Probe zur histometrischen Untersuchung entnommen. Dabei ist als Zungenspitze der vordere, freibewegliche Abschnitt der Zunge bis zum Frenulum linguae anzusehen, während die Zungenmitte vom Frenulum bis zu den vordersten Geschmackspapillen des Zungengrundes (papillae vallatae) reicht, womit auch gleichzeitig die Begrenzung des Zungengrundes angegeben ist.

Da durch diese zusätzlichen Untersuchungen das Gesamtmaterial der Zunge für die Bindegewebsermittlung erfaßt wurde, ist der Durchschnittswert aus den drei bzw. vier Abschnitten mit den histometrischen Ergebnissen der Gesamtzungen besser vergleichbar. Die Methodik des Brühens, der Zerkleinerung, Entfettung, Einbettung, Fixierung und Färbung entsprach der bereits oben beschriebenen.

Zu 1.c) Histometrische Untersuchung der Gesamtzunge:

Für diesen Teil der Untersuchungen wurden 12 Schweinezungen (SZ I, II, IV bis XIII) und 11 Rinderzungen (RZ I, III bis XII) verwendet, für deren Zerkleinerung, Entfettung, Einbettung, Fixierung, Anfertigung der Schnitte und Färbung dieselbe Methodik angewendet wurde, wie sie unter 1.b) beschrieben ist.

Zu Abschnitt 2: Untersuchung der Brühwurstchargen

Zu 2.a) und b) Histometrische Untersuchung des Ausgangsmaterials und des Rohbrätes der Brühwurstchargen I, II und III:

Der Magerfleisch- und Schweinezungenanteil des Ausgangsmaterials und das fertige Rohbrät der Chargen I, II und III waren bereits durch das Wolfen bzw. Wolfen und Kuttern feinzerkleinert. Das durch die doppelte Probeentnahme vorliegende Material zur histometrischen Untersuchung wurde bei gleicher Methodik (s. o.) weiterbehandelt. Sowohl vom Magerfleisch- und Zungenanteil, als auch vom Rohbrät der

Chargen I, II und III wurden pro Doppelprobe 2 x 12 Schnitte angefertigt und nach Calleja gefärbt.

Zu 2.c) Organoleptische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III:

Hierbei wurden Kaliber, Länge, Gewicht, Konsistenz und Außenfarbe der Würste festgestellt, die Wursthülle auf ihre Beschaffenheit und Auflagerungen und das Wurstgut auf seine Beschaffenheit, Homogenität, erkennbare gewebliche Bestandteile, Geruch und Geschmack geprüft.

Zu 2.d) Histometrische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III:

Im Anschluß an die organoleptische Untersuchung bzw. gleichzeitig mit dieser wurden die zehn Brühwürstchen jeder Charge in je sechs gleiche Teile aufgeteilt und von jedem dieser Teile eine etwa 1 cm dicke Scheibe für die histometrische Untersuchung entnommen, so daß für jede Wurst sechs Scheiben vorlagen, wovon nach mindestens 24- bis 48-stündiger Fixierung in 10%iger Formalinlösung pro Scheibe ein Schnitt aus dem oberen und ein Schnitt aus dem unteren Drittel angefertigt und nach o. a. Methodik nach Calleja gefärbt wurde. Somit standen pro Wurst 12 histologische Schnitte zur Verfügung.

Für alle histometrischen Untersuchungen zur Ermittlung des Bindegewebsvolumens der in Abschnitte aufgeteilten Zunge, der Gesamtzunge, des Ausgangsmaterials, des Rohbrätes der drei Chargen und der Brühwürste der drei Chargen wurden jeweils soviele histologische Schnitte untersucht, bis der histometrischen Berechnung des Bindegewebsvolumens mindestens 1500 Treffer zu Grunde lagen.

III. Ergebnisse

Der Teil der im folgenden zusammengestellten Ergebnisse, die durch histometrische Untersuchungen erzielt wurden, ist in Tabellenform wiedergegeben. Die ermittelten Bindegewebswerte sind in Volumenprozentzahlen aufgeführt. Die nicht aufgeführten prozentualen Anteile der Skelettmuskulatur ergeben sich als Differenz der Bindegewebswerte zu 100 Vol.%. Die mathematisch-statistische Auswertung erfolgte nach den bei Schmidt (129) angegebenen Verfahren unter Verwendung von Tabellen bei Fisher und Yates (30).⁺⁾

In den Tabellen 2 bis 11 sind die Mittelwerte $\bar{x}$, errechnet als arithmetisches Mittel aus den Einzelwerten, die Maximal- und Minimalwerte mit der dazwischen liegenden Variationsbreite und als Maß der Streuung die (absolute) Standardabweichung (s), sowie die zweifache und dreifache Standardabweichung (2s und 3s) angegeben.

Die Berechnung der Standardabweichung erfolgte nach folgender Formel:

$$s = \pm \sqrt{\frac{Sx^2 - \frac{(Sx)^2}{n}}{n - 1}}$$

In dieser Formel bedeuten:

s = Standardabweichung

x = Einzelwert

Sx^2 = Summe der quadrierten Einzelwerte

$(Sx)^2$ = quadrierte Summe der Einzelwerte

n = Anzahl der Einzelwerte

Liegt bei einer Beobachtungsreihe eine Normalverteilung vor, dann umfaßt die Spanne $\bar{x} \pm s$: 68,26 %, die Spanne $\bar{x} \pm 2s$: 95,46 % und die Spanne $\bar{x} \pm 3s$: 99,73 % aller möglichen Beobachtungswerte (x).

⁺⁾ Herr Dipl.math. Professor Dr. med. R. Repges hat freundlicherweise die angewandten statistischen Formeln überprüft.

In den Tabellen 9, 10 und 11 sind zusätzlich die Werte für die Varianz (s^2) angegeben, die zur Prüfung der Signifikanz der histometrisch ermittelten Bindegewebsmittelwerte ($\bar{x}$) zwischen jeweils zwei Chargen benötigt werden. Zu dieser Prüfung wurde der sog. t-Test herangezogen. Hierzu ist es zunächst notwendig, die Differenz zweier Standardabweichungen (s_1 und s_2) von jeweils zwei Chargen ($=s_{\text{diff}}$) mit folgender Formel zu berechnen:

$$s_{\text{diff}} = \pm \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

In dieser Formel bedeuten:

s_1^2 = Varianz der 1. Charge

s_2^2 = Varianz der 2. Charge

n_1 = Anzahl der Einzelwerte der 1. Charge

n_2 = Anzahl der Einzelwerte der 2. Charge

Der eigentliche t-Wert errechnet sich aus der Formel:

$$t = \frac{d}{s}$$

In dieser Formel bedeuten:

d = Differenz zweier Mittelwerte ($\bar{x}_1$ und $\bar{x}_2$) von jeweils zwei Chargen

$s = s_{\text{diff}}$

Danach ist

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Bei dem Vergleich des t-Wertes mit der t-Tabelle (Fisher und Yates) gelten als Freiheitsgrade $N = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$. Die angeführten Formeln gelten nur bei Annahme einer Normalverteilung.

Die folgenden Ergebnisse gliedern sich in die bereits angeführten zwei Abschnitte:

Abschnitt 1 (Untersuchung der Zunge vom Schwein und vom Rind):

- a) histologische Zusammensetzung der Zunge vom Schwein und vom Rind
- b) histometrische Zusammensetzung der Zungenabschnitte vom Schwein und vom Rind
- c) histometrische Zusammensetzung der Gesamtzunge vom Schwein und vom Rind.

Abschnitt 2 (Untersuchung der Brühwurstchargen):

- a) histometrische Untersuchung des Ausgangsmaterials (Magerfleisch und Zunge)
- b) histometrische Untersuchung des Rohbrätes der Chargen I, II und III
- c) organoleptische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III
- d) histometrische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III.

Zu Abschnitt 1: (Untersuchung der Zunge vom Schwein und vom Rind)

Zu 1.a) Histologische Untersuchung der Zunge vom Schwein und vom Rind:

α) Zunge des Schweines:

Hierbei kam es darauf an, den Anteil des Muskel-, Binde-, Fett- und Drüsengewebes an Querschnitten der Zunge in ihren verschiedenen Abschnitten - Zungenspitze, Zungenmitte, Zungengrund - zu untersuchen.

Auf allen Schnitten überwog anteilmäßig die Binnenmuskulatur der Zunge. Es fiel auf, daß im Bereich der Zungenspitze das Bindegewebe stärker vertreten war als im Mittelabschnitt der Zunge. Spärlich trat dagegen das Fettgewebe auf, das zwischen den Muskelbündeln der Tunica muscularis lokalisiert ist. Drüsengewebe war im Vorderabschnitt der Zungenspitze nicht vorhanden. - In der Übergangszone zur Zungenmitte hin, das heißt zu dem Abschnitt, der zwischen Zungenspitze und Zungengrund gelegen ist, nahm das Bindegewebe im Bereich der Tunica muscularis ab, da es von der mächtiger entwickelten Binnenmuskulatur teilweise verdrängt wurde. Die bindegewebige Submukosa blieb in gleicher Stärke bestehen. Das Fettgewebe dieser Übergangszone blieb bei gleicher Lage in etwa gleicher Ausdehnung vorhanden, jedoch traten erstmals seröse Drüsen auf, und zwar waren diese zur Seitenfläche der Zunge hin in der Muskelschicht eingelagert.

Im Bereich der Zungenmitte waren diese serösen Drüsen außer in der Tunica muscularis auch ganz vereinzelt in der Submukosa der Seitenfläche der Zunge vorzufinden. Im Inneren des Zungenkörpers war nunmehr auch das Fettgewebe stärker vertreten. In der darauffolgenden Übergangszone zum Zungengrund hin traten große seröse Drüsenlager im Inneren der Tunica muscularis auf, während in der Submukosa vorübergehend keine mehr zu finden waren, jedoch näher zur Zungenwurzel hin wieder gehäuft auftraten, und zwar sowohl in der Submukosa des Zungenrückens, als auch der Seitenfläche der Zunge. Hierbei handelte es sich um die Zungenranddrüsen, *Glandulae marginales linguae*. Die mächtigen Drüsenlager verdrängten teilweise das Fettgewebe.

Im Zungengrund trat die Muskulatur anteilmäßig zurück, während das Fettgewebe stark an Umfang gewann. Große, seröse Drüsenpakete waren in diesem am weitesten caudal gelegenen Abschnitt der Zunge in der Submukosa eingelagert, ließen sich aber auch vereinzelt in der Übergangszone zwischen Zungenunterfläche und Mundhöhlenboden feststellen. Das Bindegewebe trat ebenfalls vermehrt auf, und zwar das retiku-

läre Bindegewebe vorwiegend im Bereich des Fettgewebes und das lockere, fibrilläre Bindegewebe an der Zungenunterseite, wo die Zunge mit dem Mundhöhlenboden in unmittelbarer Verbindung steht und wo die extralingualen Muskeln - M. genioglossus, M. hyoglossus, M. styloglossus - in die Zunge einstrahlen. Im Bereich des Zungengrundes verlor das Epithel an Höhe, und das Stratum corneum fiel schließlich gänzlich weg. Der Papillarkörper wurde ebenfalls niedriger.

3) Zunge des Rindes:

Da bei der Zunge des Rindes ähnliche Verhältnisse in Bezug auf die Verteilung des Muskel-, Binde-, Fett- und Drüsengewebes in den verschiedenen Zungenabschnitten bestanden, werden hier nur die zur Zunge des Schweines bestehenden Unterschiede aufgeführt.

Die Zungenspitze war mit einer kompakteren Muskulatur ausgestattet, als dies beim Schwein der Fall war. Außerdem fiel auf, daß in diesem Zungenbereich kein Fettgewebe zu finden war. Wie beim Schwein war auch die Zungenspitze drüsenfrei. Das Bindegewebe war reichlich in der Propria mucosae und in der Submukosa vorhanden, die ohne Grenze ineinander übergingen. In der Übergangszone, die zwischen Zungenspitze und Zungenmitte gelegen ist, traten erstmals vereinzelte Fettzellgruppen im intermuskulären Bindegewebe auf. Näher zur Zungenmitte hin rückten diese Fettzellen bereits zu Fettgewebe geringer Ausdehnung zusammen. Das Bindegewebe der Propria und Submukosa nahm in geringem Ausmaße ab, während das intermuskuläre Bindegewebe infolge der aufgelockerten Muskulatur zunahm.

Erst im Bereich der Zungenmitte traten die seromukösen Zungenranddrüsen, Glandulae marginales linguae, auf. Sie lagen in der Submukosa des Seitenrandes der Zunge. Ebenfalls in der Submukosa war Fettgewebe in geringer Menge eingelagert. Das Bindegewebe in der Tunica muscularis trat mengenmäßig etwas zurück, während das Fettgewebe in dieser Zone stärker

nervortrat. Der aborale Abschnitt der Zungenmitte besaß nunmehr auch im intermuskulären Bindegewebe seröse Drüsen, und zwar waren diese in der Muskulatur zur Seitenfläche der Zunge hin gelegen.

Diese in der Muskulatur gelegenen Drüsen zogen als mächtige Drüsenpakete bis in den Zungengrund. Außerdem traten jetzt auch in der Übergangszone zwischen Zungenmitte und Zungengrund seröse Drüsen auf, die zunächst nur seitlich am Zungenrücken in der Muskulatur lokalisiert waren. Vereinzelt waren auch in der Propria mucosae des Zungenrückens Drüsen zu finden. Im aboralen Bereich des Zungengrundes war die gesamte Propria und Submukosa der Seitenfläche der Zunge mit dichten serösen Drüsenlagern besetzt. Der Zungengrund war sehr binde- und fettgewebsreich, insbesondere an der Zungenunterfläche und im Bereich der Medianebene.

Zu 1.b) Histometrische Untersuchung der Zungenabschnitte:

Tabelle 1: Histometrische Untersuchung der Zungenabschnitte der Schweinezungen (SZ) und der Rinderzungen (RZ)

Zunge	Bindegewebs- volumen	Schnittzahl/ Trefferzahl	durchschnittl. Bindegewebsgehalt
SZ III, Spitze	41,9 Vol.%	12/1548	
SZ III, Mitte	30,3 Vol.%	8/1503	
SZ III, Grund	33,6 Vol.%	11/1621	35,3 Vol.%
SZ XIV, Spitze	41,0 Vol.%	8/1512	
SZ XIV, Mitte	30,7 Vol.%	8/1595	
SZ XIV, Grund	32,2 Vol.%	11/1620	34,6 Vol.%
SZ XV, Spitze	41,4 Vol.%	9/1581	
SZ XV, Mitte	30,6 Vol.%	8/1665	
SZ XV, Grund	31,1 Vol.%	9/1632	34,4 Vol.%
RZ II, Spitze	25,4 Vol.%	10/1572	
RZ II, Mitte	21,4 Vol.%	9/1627	
RZ II, Gr.oral	26,8 Vol.%	10/1525	
RZ II, Gr.aboral	39,5 Vol.%	8/1503	28,3 Vol.%
RZ XIII, Spitze	32,8 Vol.%	6/1574	
RZ XIII, Mitte	35,5 Vol.%	9/1523	
RZ XIII, Gr.oral	34,3 Vol.%	11/1540	
RZ XIII, Gr.aboral	39,1 Vol.%	9/1502	35,4 Vol.%
RZ XIV, Spitze	31,2 Vol.%	8/1578	
RZ XIV, Mitte	32,5 Vol.%	8/1561	
RZ XIV, Gr.oral	31,2 Vol.%	9/1579	
RZ XIV, Gr.aboral	37,7 Vol.%	8/1504	33,2 Vol.%

Tabellenaufbau: In der Tabelle 1 werden für die Schweinezungen bzw. Rinderzungen die Abkürzungen SZ bzw. RZ verwendet (siehe hierzu auch Seite 61). Das histometrisch feststellbare Bindegewebe ist in der zweiten senkrechten Spalte jeweils für Zungenspitze, -mitte und -grund in Volumenprozenten angegeben, wobei der umfangreiche Zungengrund des Rindes

in einen oralen und einen aboralen Abschnitt aufgeteilt ist. Die Schnittzahl, die benötigt wurde, um für den betreffenden Zungenabschnitt jeweils ca. 1500 Trefferpunkte zu erzielen, ist in der dritten senkrechten Spalte angegeben. Die vierte senkrechte Spalte gibt den durchschnittlichen Bindegewebsgehalt einer Zunge in Volumenprozenten an, der aus den zu einer Zunge gehörenden Abschnitten als Mittel errechnet wurde. Den für die Schweinezunge III und Rinderzunge II ermittelten Werten liegt jeweils die Untersuchung nur einer halben Schweine- bzw. Rinderzunge zu Grunde (s. Material).

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß innerhalb derselben Zunge erhebliche Schwankungen des Bindegewebsgehaltes in den verschiedenen Abschnitten bestehen. Nach der histometrischen Untersuchung erweisen sich die Spitzen der Schweinezungen am bindegewebsreichsten, und zwar liegen diese Spitzenabschnitte mit 41,0 Vol.% (SZ XIV) und darüber (SZ III und SZ XV) um ca. 10 bis 11 Vol.% höher im Bindegewebsgehalt als der Abschnitt der Zungenmitte, der zugleich am wenigsten Bindegewebe enthält. Der Bindegewebsgehalt des Zungengrundes liegt unwesentlich über dem der Zungenmitte, und zwar um 3,3 Vol.% bei SZ III, 1,5 Vol.% bei SZ XIV und 0,5 Vol.% bei SZ XV. Der durchschnittliche Bindegewebsgehalt der drei untersuchten Schweinezungen schwankt zwischen 34,4 Vol.% (SZ XV) und 35,3 Vol.% (SZ III). Jedoch ergibt sich bei dem Durchschnittswert der SZ III eine eingeschränkte Vergleichsmöglichkeit, da bei dieser Zunge nicht das Gesamtmaterial der Zungenabschnitte verwendet wurde.

Bei der in vier Abschnitte aufgeteilten Rinderzunge ergab die histometrische Untersuchung, daß der aborale Zungengrund mit 37,7 Vol.% (RZ XIV) bis 39,5 Vol.% (RZ II) weit aus am bindegewebsreichsten ist. Der Unterschied im Bindegewebsgehalt der einzelnen Abschnitte der Rinderzunge, Zungenspitze, Zungenmitte und oraler Zungengrund, liegt in engen Grenzen: 5,4 Vol.% bei RZ II (jedoch besteht bei dieser Zunge eine eingeschränkte Vergleichsmöglichkeit, da hier ebenfalls nicht das Gesamtmaterial der Zungenabschnitte ver-

wendet wurde), 2,7 Vol.% bei RZ XIII und 1,3 Vol.% bei RZ XIV. Der Unterschied zwischen dem am bindegewebsreichsten aboralen Zungengrund und der am bindegewebsärmsten Zungenspitze beträgt 6,3 Vol.% (RZ XIII) bzw. 6,5 Vol.% (RZ XIV). (RZ II wird aus o. a. Gründen nicht zum Vergleich herangezogen.) Der durchschnittliche Bindegewebsgehalt schwankt zwischen 33,2 Vol.% bei RZ XIV und 35,4 Vol.% bei RZ XIII (RZ II bleibt aus erwähnten Gründen unberücksichtigt, s. o.).

Zu 1.c) Histometrische Untersuchung der Gesamtzunge:

Tabelle 2: Zunge des Schweines

Untersuchungs- Nr.	Zunge	Bindegewebsvolumen Vol.%	Schnittzahl/ Trefferzahl
418/68	SZ 1	40,1	15/1528
419/68	" II	42,2	13/1545
70/69	" IV	38,2	9/1508
71/69	" V	40,4	9/1638
72/69	" VI	39,7	9/1525
73/69	" VII	40,2	8/1504
74/69	" VIII	39,4	8/1619
144/69	" IX	39,5	9/1508
145/69	" X	40,1	8/1510
146/69	" XI	40,0	8/1619
147/69	" XII	39,4	9/1542
148/69	" XIII	39,4	8/1544

Mittelwert $\bar{x}$	39,9
Max.-Wert	42,2
Min.-Wert	38,2
Variationsbreite	4,0
Standardabweichung s	$\pm 0,93$
2s	$\pm 1,86$
3s	$\pm 2,79$

Tabelle 3: Zunge des Rindes

Untersuchungs- Nr.	Zunge	Bindegewebsvolumen Vol. %	Schnittzahl/ Trefferzahl
420/68	RZ I	36,2	10/1646
90/69	RZ III	34,8	8/1579
91/69	RZ IV	31,9	8/1510
92/69	RZ V	33,1	7/1508
93/69	RZ VI	32,9	7/1543
94/69	RZ VII	30,8	7/1611
167/69	RZ VIII	32,5	7/1599
168/69	RZ IX	36,7	6/1563
169/69	RZ X	33,7	7/1601
170/69	RZ XI	30,9	8/1685
171/69	RZ XII	34,1	7/1595
Mittelwert $\bar{x}$		33,4	
Max.-Wert		36,7	
Min.-Wert		30,8	
Variationsbreite		5,9	
Standardabweichung s		$\pm 1,94$	
2s		$\pm 3,88$	
3s		$\pm 5,82$	

Tabellenaufbau: Die Tabellen 2 und 3 zeigen in der zweiten senkrechten Spalte die Anzahl der untersuchten Schweinezungen (SZ, Tabelle 2) bzw. Rinderzungen (RZ, Tabelle 3) sowie in der dritten senkrechten Spalte das für jede Zunge histometrisch feststellbare Bindegewebe in Volumenprozenten. Die hierzu benötigten Schnittzahlen bei einer durchschnittlichen Trefferzahl von ca. 1500 Trefferpunkten sind in der vierten senkrechten Spalte wiedergegeben.

Ferner sind in den Tabellen 2 und 3 die Mittelwerte $\bar{x}$, errechnet als arithmetisches Mittel aus den Einzelwerten, die Maximal- und Minimalwerte mit der dazwischen liegenden Variationsbreite und als Maß der Streuung die (absolute) Standardabweichung (s), sowie die zweifache und dreifache Standardabweichung (2s und 3s) angegeben.

Vorstehende Tabellen 2 und 3 zeigen folgende histometrisch ermittelte Ergebnisse (bezogen auf ca. 1500 Treffer bei unterschiedlicher Schnitzzahl):

Insgesamt wurden 12 Gesamtzungen des Schweines histometrisch untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, daß der Bindegewebsgehalt bei den verschiedenen Gesamtzungen des Schweines schwankte. Bei 12 untersuchten Gesamtzungen ergab sich im Bindegewebsvolumen eine Variationsbreite von 4,0 Vol.%, bei einem Minimum von 38,2 Vol.% (SZ IV) und einem Maximum von 42,2 Vol.% (SZ II). Der durchschnittliche Bindegewebsgehalt von 12 histometrisch untersuchten Zungen des Schweines konnte mit $\bar{x} = 39,9$ Vol.% und die Standardabweichung mit $s = \pm 0,93$ Vol.% errechnet werden. Somit liegen in Bezug auf das Bindegewebsvolumen der Gesamtzunge des Schweines

68,26 % aller möglichen Werte innerhalb

$\bar{x} \pm s = 38,97$ Vol.% und $40,83$ Vol.%,

95,46 % aller möglichen Werte innerhalb

$\bar{x} \pm 2s = 38,04$ Vol.% und $41,76$ Vol.% und

99,73 % aller möglichen Werte innerhalb

$\bar{x} \pm 3s = 37,11$ Vol.% und $42,69$ Vol.%.

Bei der histometrischen Untersuchung von insgesamt 11 Gesamtzungen des Rindes konnten ebenfalls Schwankungen des Bindegewebsgehaltes bei den einzelnen Zungen festgestellt werden. Es ergab sich eine Variationsbreite von 5,9 Vol.% bei einem Minimum von 30,8 Vol.% (RZ VII) und einem Maximum von 36,7 Vol.% (RZ IX). Der durchschnittliche Bindegewebsgehalt von 11 histometrisch untersuchten Zungen des Rindes konnte mit $\bar{x} = 33,4$ Vol.% und die Standardabweichung mit $s = \pm 1,94$ errechnet werden. Daraus ergibt sich, daß bei der Gesamtzunge des Rindes

68,26 % aller möglichen Werte innerhalb

$\bar{x} \pm s = 31,46$ Vol.% und $35,34$ Vol.%,

95,46 % aller möglichen Werte zwischen

$\bar{x} \pm 2s = 29,52$ Vol.% und $37,28$ Vol.% und

99,73 % aller möglichen Werte zwischen

$\bar{x} \pm 3s = 27,58$ Vol.% und $39,22$ Vol.% liegen.

Vergleicht man die histometrisch ermittelten Bindegewebsvolumina bei den Zungenabschnitten der Schweinezungen (SZ) mit denen der Rinderzungen (RZ), so ist festzustellen, daß der aborale Zungengrund des Rindes mit 37,7 Vol.% (RZ XIV) bis 39,5 Vol.% (RZ II) zwar am bindegewebsreichsten ist, jedoch unter dem Bindegewebsgehalt des bindegewebsreichsten Zungenabschnittes des Schweines, der Zungenspitze, liegt. Diese enthält zwischen 41,0 Vol.% (SZ XIV) und 41,9 Vol.% (SZ III) Bindegewebe.

Beim Vergleich des histometrisch festgestellten Bindegewebsvolumens von 12 Gesamtzungen des Schweines und 11 Gesamtzungen des Rindes ist zu sehen, daß die im Durchschnitt 39,9 Vol.% Bindegewebe enthaltende Gesamtzunge des Schweines um 6,5 Vol.% bindegewebsreicher ist als die Gesamtzunge des Rindes mit durchschnittlich 33,4 Vol.%.

Errechnet man bei den in Abschnitten untersuchten Schweinezungen (SZ III, SZ XIV und SZ XV) und Rinderzungen (RZ II, RZ XIII und RZ XIV) das arithmetische Mittel aus den drei bindegewebsreichsten Zungenabschnitten des Schweines (= Zungenspitze) und des Rindes (= aboraler Zungengrund), so kann man feststellen, daß dieser Mittelwert mit 40,1 Vol.% dem mit 39,9 Vol.% ermittelten durchschnittlichen Bindegewebsvolumen aus 12 untersuchten Gesamtzungen des Schweines entspricht.

Anmerkung:

Nach Abschluß der Untersuchungen über den Bindegewebsgehalt der in Abschnitte aufgeteilten Zunge des Schweines und Rindes und der Gesamtzunge des Schweines und Rindes stand als Ergebnis fest, daß die Gesamtzunge des Schweines mit durchschnittlich 39,9 Vol.% um 6,5 Vol.% bindegewebsreicher war als die Gesamtzunge des Rindes mit durchschnittlich 33,4 Vol.%. Da eine "Verfälschung" von Brühwurst mittlerer Qualität infolge Zusatzes von Zungenmaterial nur zu erwarten war, wenn die bindegewebsreichere Gesamtzunge des Schweines verwendet würde, wurde bei den folgenden Untersuchungen für

die Herstellung der Brühwürste nur Material der Gesamtzunge des Schweines verwendet (s. Material). Auf die Verarbeitung bzw. den Ersatz des Magerfleischanteils durch die bindegewebsreichsten Zungenabschnitte (Zungenspitze des Schweines und aboraler Zungengrund des Rindes) konnte verzichtet werden, da das Bindegewebsvolumen der Gesamtzunge des Schweines im Mittel mit 39,9 Vol.% dem Durchschnittswert aus den bindegewebsreichsten Zungenabschnitten des Schweines (= Zungenspitze) und des Rindes (= aboraler Zungengrund) mit 40,1 Vol.% entspricht.

Zu Abschnitt 2: (Untersuchung der Brühwurstchargen)

Tabelle 4 a: Histometrische Untersuchung des Ausgangsmaterials der Brühwurst: Magerfleischanteil

Schnitt - Nr.	Bindegewebsvolumen Vol.%	Trefferzahl
1	27,9	204
2	25,8	155
3	30,4	184
4	25,0	192
5	27,2	217
6	31,0	174
7	22,1	222
8	24,4	201

Summe: 1549

Mittelwert $\bar{x}$	26,6
Max.-Wert	31,0
Min.-Wert	22,1
Variationsbreite	8,9
Standardabweichung s	$\pm 3,02$
2s	$\pm 6,04$
3s	$\pm 9,06$

Tabelle 4 b: Magerfleischanteil, Zweitprobe

Schnitt - Nr.	Bindegewebsvolumen Vol. %	Trefferzahl
1	25,2	210
2	28,8	212
3	25,6	203
4	27,1	229
5	27,7	188
6	27,8	223
7	26,0	177
8	28,3	212

Summe: 1654

Mittelwert $\bar{x}$	27,1
Max.-Wert	28,8
Min.-Wert	25,2
Variationsbreite	3,6
Standardabweichung s	$\pm 1,32$
2s	$\pm 2,64$
3s	$\pm 3,96$

Zu 2.a) Histometrische Untersuchung des Ausgangsmaterials:
Vom Ausgangsmaterial wurden der Magerfleischanteil und der Zungenanteil histometrisch auf ihren Bindegewebsgehalt untersucht, und zwar jeweils mit einer Doppelprobe.

Dabei ergab sich für den Magerfleischanteil, wie aus den Tabellen 4 a und 4 b ersichtlich ist, bei jeweils 8 Schnitten und einer Trefferzahl von 1549 bzw. 1654 Punkten, für das Bindegewebsvolumen ein Mittelwert $\bar{x}$ von 26,6 bzw. 27,1 Vol.%. Die zuerst untersuchte Probe des Magerfleisches zeigt im Vergleich zur zweiten Probe größere Schwankungen des Bindegewebsgehaltes bei den einzelnen Schnitten; die Variationsbreite beträgt 8,9 und die Standardabweichung $s = \pm 3,02$, während bei der zweiten Probe die Variationsbreite nur 3,6 und die Standardabweichung $s = \pm 1,32$ beträgt.

Bei dem Zungenanteil (Tabellen 5 a und 5 b) wurden für jede Probe je 10 Schnitte histometrisch untersucht. Dem Mittelwert $\bar{x}$ mit 39,8 Vol.% bzw. 40,4 Vol.% für das Bindegewebsvolumen lagen 1563 bzw. 1517 Treffer zu Grunde. Die Variationsbreiten mit 7,4 bzw. 7,6 und die Standardabweichung $s = \pm 2,22$ bzw. $s = \pm 2,62$ zeigen für beide Proben keine großen Unterschiede.

Zu 2.b) Histometrische Untersuchung des Rohbrätes der Chargen I, II und III:

Tabelle 6 a: Histometrische Untersuchung des Rohbrätes der Charge I

Schnitt - Nr.	Bindegewebsvolumen Vol. %	Trefferzahl
1	27,0	115
2	31,0	129
3	28,3	166
4	28,6	133
5	27,5	153
6	29,4	153
7	24,8	121
8	24,5	139
9	28,7	129
10	24,6	134
11	27,0	141

Summe: 1513

Mittelwert $\bar{x}$	27,4
Max.-Wert	31,0
Min.-Wert	24,5
Variationsbreite	6,5
Standardabweichung s	$\pm 2,10$
2s	$\pm 4,20$
3s	$\pm 6,30$

Tabelle 6 b: Histometrische Untersuchung des Rohbrätes
der Charge I, Zweitprobe

Schnitt - Nr.	Bindegewebsvolumen Vol.%	Trefferzahl
1	23,4	128
2	26,7	175
3	27,0	163
4	33,1	145
5	31,4	121
6	25,9	147
7	28,3	120
8	27,9	183
9	26,7	165
10	27,6	163

Summe: 1510

Mittelwert $\bar{x}$	27,7
Max.-Wert	33,1
Min.-Wert	23,4
Variationsbreite	9,7
Standardabweichung s	$\pm 2,74$
2s	$\pm 5,48$
3s	$\pm 8,22$

Tabelle 7 a: Histometrische Untersuchung des Rohbrätes
der Charge II

Schnitt - Nr.	Bindegewebsvolumen Vol. %	Trefferzahl
1	28,4	141
2	29,7	148
3	34,6	130
4	26,9	156
5	33,1	145
6	32,4	170
7	26,7	131
8	34,7	147
9	27,1	170
10	28,7	178

Summe: 1516

Mittelwert $\bar{x}$	30,1
Max.-Wert	34,7
Min.-Wert	26,7
Variationsbreite	8,0
Standardabweichung s	$\pm 3,19$
2s	$\pm 6,38$
3s	$\pm 9,57$

Tabelle 7 b: Histometrische Untersuchung des Rohbrätes
der Charge II, Zweitprobe

Schnitt - Nr.	Bindegewebsvolumen Vol. %	Trefferzahl
1	32,2	149
2	34,0	147
3	25,5	145
4	33,8	133
5	30,7	166
6	27,9	140
7	29,3	133
8	26,6	199
9	25,4	142
10	30,4	161

Summe: 1515

Mittelwert $\bar{x}$	29,5
Max.-Wert	34,0
Min.-Wert	25,4
Variationsbreite	8,6
Standardabweichung s	$\pm 3,20$
2s	$\pm 6,40$
3s	$\pm 9,60$

Tabelle 8 a: Histometrische Untersuchung des Rohbrätes
der Charge III

Schnitt - Nr.	Bindegewebsvolumen Vol. %	Trefferzahl
1	35,6	149
2	40,1	187
3	30,9	136
4	39,4	142
5	37,0	127
6	34,7	173
7	34,3	105
8	32,5	126
9	36,7	98
10	34,1	126
11	36,4	140

Summe: 1509

Mittelwert $\bar{x}$	35,8
Max.-Wert	40,1
Min.-Wert	30,9
Variationsbreite	9,2
Standardabweichung s	$\pm 2,74$
2s	$\pm 5,48$
3s	$\pm 8,22$

Tabelle 8 b: Histometrische Untersuchung des Rohbrätes
der Charge III, Zweitprobe

Schnitt - Nr.	Bindegewebsvolumen Vol.%	Trefferzahl
1	29,7	144
2	34,1	155
3	34,5	145
4	35,2	145
5	35,0	117
6	38,9	126
7	35,7	115
8	31,9	144
9	36,5	115
10	38,1	155
11	39,0	146

Summe: 1507

Mittelwert $\bar{x}$	35,3
Max.-Wert	39,0
Min.-Wert	29,7
Variationsbreite	9,3
Standardabweichung s	$\pm 2,85$
2s	$\pm 5,70$
3s	$\pm 8,55$

Die Tabellen 6 a bis 8 b entsprechen in ihrem Aufbau den
Tabellen 4 a bis 5 b.

Die histometrische Untersuchung des Rohbrätes aller drei
Chargen erfolgte jeweils an Doppelproben. Jeder Probe wur-
den 1500 Treffer zu Grunde gelegt (s. Tabellen 6 a, 6 b,
7 a, 7 b, 8 a, 8 b). Die Werte der zweiten Probe sind im
folgenden in Klammern angegeben. Die Charge I = Kontroll-
charge ohne Zungenzusatz, hatte einen Bindegewebsgehalt
von 27,4 Vol.% (27,7 Vol.%). Der Mittelwert der Charge II,

bei der der Magerfleischanteil durch 1 Drittel Zusatz von Zungenmaterial ersetzt wurde, betrug 30,1 Vol.% (29,5 Vol.%). Die Charge III, bei der 2 Drittel des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial ersetzt wurde, enthielt als Mittelwert 35,8 Vol.% (35,3 Vol.%) Bindegewebe.

Für die Charge I (Tabellen 6 a und 6 b) betrug die Standardabweichung $s = \pm 2,10$ Vol.% ($\pm 2,74$ Vol.%). Daher liegen beim Rohbrät dieser Charge

68,26 % aller möglichen Werte zwischen 25,30 Vol.%
(24,96 Vol.%) und 29,50 Vol.% (30,44 Vol.%),
95,46 % aller möglichen Werte zwischen 23,20 Vol.%
(22,22 Vol.%) und 31,60 Vol.% (33,18 Vol.%) und
99,73 % aller möglichen Werte zwischen 21,10 Vol.%
(19,48 Vol.%) und 33,70 Vol.% (35,92 Vol.%).

Für die Charge II (Tabellen 7 a und 7 b) betrug die Standardabweichung $s = \pm 3,19$ Vol.% ($\pm 3,20$ Vol.%). Somit liegen beim Rohbrät dieser Charge

68,26 % aller möglichen Werte zwischen 26,91 Vol.%
(26,30 Vol.%) und 33,29 Vol.% (32,70 Vol.%),
95,46 % aller möglichen Werte zwischen 23,72 Vol.%
(23,10 Vol.%) und 36,48 Vol.% (35,90 Vol.%) und
99,73 % aller möglichen Werte zwischen 20,53 Vol.%
(19,90 Vol.%) und 39,67 Vol.% (39,10 Vol.%).

Für die Charge III (Tabellen 8 a und 8 b) betrug die Standardabweichung $s = \pm 2,74$ Vol.% ($\pm 2,85$ Vol.%). Damit liegen beim Rohbrät dieser Charge

68,26 % aller möglichen Werte zwischen 33,06 Vol.%
(32,45 Vol.%) und 38,54 Vol.% (38,15 Vol.%),
95,46 % aller möglichen Werte zwischen 30,32 Vol.%
(29,60 Vol.%) und 41,28 Vol.% (41,0 Vol.%) und
99,73 % aller möglichen Werte zwischen 27,58 Vol.%
(26,75 Vol.%) und 44,02 Vol.% (43,85 Vol.%).

Zu 2.c) Organoleptische Untersuchung der Brühwürste der
Chargen I, II und III:

Charge I:

Die zehn Brühwürstchen der Charge I hatten ein Kaliber zwischen 27,5 mm und 29,0 mm, ein Gewicht zwischen 104 g und 125 g und eine Länge zwischen 195 mm und 230 mm. Die Konsistenz war prall-elastisch und die Außenfarbe der Würste hellbraun. Die Wursthülle lag dem Wurstgut dicht an und ließ sich unter nur geringgradigem Substanzverlust abziehen. Das Wurstgut zeigte auf frischen Anschnitten ein feinstzerkleinertes, homogenes, mittelporiges Brät von hellbrauner Farbe, in das bis zu glasstecknadelkopfgroße Bindegewebspartikel eingelagert waren. Die vereinzelter, bis zu senfkorngroßen Poren enthielten zum Teil Geleeabsatz. Geruch und Geschmack der Würste waren würzig-aromatisch und geringgradig nach Rauch.

Charge II:

Die zehn Brühwürstchen der Charge II hatten ein Kaliber zwischen 27,5 mm und 30,0 mm, ein Gewicht zwischen 98 g und 130 g und eine Länge zwischen 188 mm und 218 mm. Sie wiesen eine elastische Konsistenz auf und hatten eine mittelbraune Aussehenfarbe. Die Wursthülle lag ohne Faltenbildung dem Wurstgut dicht an und ließ sich ohne wesentlichen Substanzverlust abziehen. Auf frischen Anschnitten konnte man ein feinstzerkleinertes, homogenes Brät erkennen, das vermehrt senfkorngroße Poren aufwies und von bräunlich-rosa Farbe war. Ferner zeigte die Schnittfläche vereinzelt glasstecknadelkopfgroße Bindegewebspartikel. Geruch und Geschmack der Würstchen waren würzig-aromatisch, leicht nach Rauch und im Geschmack trocken.

Charge III:

Die zehn Brühwürstchen der Charge III hatten ein Kaliber zwischen 31,0 mm und 32,8 mm, ein Gewicht zwischen 110 g und 128 g und eine Länge zwischen 161 mm und 187 mm. Sie ließen eine weich-elastische Konsistenz erkennen und eine mittel-

braune Außenfarbe. Die Wursthülle lag dem Wurstgut dicht an und ließ sich unter nur geringgradigem Substanzverlust abziehen. Das Brät zeigte sich auf frischen Anschnitten feinstzerkleinert, jedoch weniger homogen. Das Wurstgut, das eine braunrote Farbe aufwies, enthielt vereinzelt glasstecknadelkopfgroße Bindegewebspartikel und vermehrt senfkorn- bis erbsengroße Lücken. Die Würstchen hatten einen würzig-aromatischen Geruch und Geschmack, leicht nach Rauch, und waren von trockenem Geschmack.

Zu 2.d) Histometrische Untersuchung der Brühwürste der Chargen I, II und III:

Tabelle 9: Histometrische Untersuchung der Brühwurst, Charge I

Untersuchungs-Nr.	Bindegewebsvolumen Vol. %	Schnittzahl/ Trefferzahl
323/69	25,3	7/1503
324/69	25,9	7/1505
325/69	25,9	7/1507
326/69	24,9	7/1596
327/69	25,9	8/1591
328/69	25,1	7/1512
329/69	25,3	8/1610
330/69	25,7	7/1517
331/69	25,3	8/1522
332/69	24,8	8/1600
Mittelwert $\bar{x}$	25,4	
Max.-Wert	25,9	
Min.-Wert	24,8	
Variationsbreite	1,1	
Standardabweichung s	$\pm 0,41$	
2s	$\pm 0,82$	
3s	$\pm 1,23$	
Varianz s^2	0,168	

Tabelle 10: Histometrische Untersuchung der Brühwurst,
Charge II

Untersuchungs-Nr.	Bindegewebsvolumen Vol. %	Schnittzahl/ Trefferzahl
333/69	28,9	9/1517
334/69	28,6	7/1524
335/69	27,9	7/1509
336/69	28,2	7/1508
337/69	28,4	7/1503
338/69	27,6	7/1538
339/69	27,5	7/1515
340/69	27,4	7/1552
341/69	27,8	8/1624
342/69	27,5	7/1548

Mittelwert $\bar{x}$	27,9
Max.-Wert	28,9
Min.-Wert	27,4
Variationsbreite	1,5
Standardabweichung s	$\pm 0,52$
2s	$\pm 1,04$
3s	$\pm 1,56$
Varianz s^2	0,270

Tabelle 11: Histometrische Untersuchung der Brühwurst,
Charge III

Untersuchungs-Nr.	Bindegewebsvolumen Vol. %	Schnittzahl/ Trefferzahl
343/69	29,3	7/1513
344/69	29,4	7/1594
345/69	29,1	7/1551
346/69	28,7	7/1635
347/69	27,9	7/1518
348/69	28,4	7/1607
349/69	28,6	7/1568
350/69	28,8	7/1560
351/69	28,7	7/1635
352/69	28,2	7/1682
Mittelwert $\bar{x}$	28,7	
Max.-Wert	29,4	
Min.-Wert	27,9	
Variationsbreite	1,5	
Standardabweichung s	$\pm$ 0,47	
2s	$\pm$ 0,94	
3s	$\pm$ 1,41	
Varianz s^2	0,221	

Die Tabellen 9 bis 11 entsprechen in ihrem Aufbau den Tabellen 4 a bis 8 b. Zusätzlich sind in den Tabellen 9 bis 11 noch die Werte für die Varianz (s^2) angegeben, die zur Prüfung der Signifikanz des histometrisch ermittelten Bindegewebsmittelwertes ($\bar{x}$) zwischen jeweils zwei Chargen benötigt werden.

Für die Brühwürste der Chargen I, II und III wurde mit durchschnittlich 7 Schnitten und 1500 Treffern pro Schnitt (siehe Tabellen 9, 10 und 11) ein Bindegewebssmittelwert von $\bar{x} = 25,4$ Vol.% (Charge I), 27,9 Vol.% (Charge II) und 28,7 Vol.% (Charge III) ermittelt. Die Bindegewebsvolumenwerte der einzelnen Würste jeder Charge wiesen bei der Variationsbreite die niedrigen Werte von 1,1 Vol.% (Charge I), 1,5 Vol.% (Charge II) und 1,5 Vol.% (Charge III) auf. Entsprechend niedrig waren auch als Maß der Streuung die Werte für die Standardabweichung. Diese betrug im einzelnen bei

Charge I: $s = \pm 0,41$ Vol.%. Bei dieser Charge liegen somit
68,26 % aller möglichen Werte zwischen
24,99 Vol.% und 25,81 Vol.%,
95,46 % aller möglichen Werte zwischen
24,58 Vol.% und 26,22 Vol.% und
99,73 % aller möglichen Werte zwischen
24,17 Vol.% und 26,63 Vol.%;

Charge II: $s = \pm 0,52$ Vol.%. Bei dieser Charge liegen somit
68,26 % aller möglichen Werte zwischen
27,38 Vol.% und 28,42 Vol.%,
95,46 % aller möglichen Werte zwischen
26,86 Vol.% und 28,94 Vol.% und
99,73 % aller möglichen Werte zwischen
26,34 Vol.% und 29,46 Vol.%;

Charge III: $s = \pm 0,47$ Vol.%. Bei dieser Charge liegen somit
68,26 % aller möglichen Werte zwischen
28,23 Vol.% und 29,17 Vol.%,
95,46 % aller möglichen Werte zwischen
27,76 Vol.% und 29,64 Vol.% und
99,73 % aller möglichen Werte zwischen
27,29 Vol.% und 30,11 Vol.%.

Tabelle 12: Prüfung der Signifikanz der Mittelwerte zwischen den Chargen I, II und III

Charge	t-Wert	Freiheitsgrade N	t-Tabellenwert	Irrtumswahrscheinlichkeit
III/II	3,61	18	0,002	0,2 %
II/I	11,96	18	0,001	0,1 %
III/I	16,73	18	0,001	0,1 %

Tabellenaufbau: In der zweiten senkrechten Spalte sind die t-Werte angegeben, die nach der bei Schmidt (129) angegebenen Formel errechnet wurden. Beim Vergleich der t-Werte mit der t-Tabelle von Fisher und Yates (30) gelten als Freiheitsgrade, die in der dritten senkrechten Spalte angegeben sind, $N = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$, wobei unter n_1 und n_2 die Anzahl der Würstchen der beiden jeweils miteinander zu vergleichenden Chargenmittelwerte ($\bar{x}$) zu verstehen ist. Für diese Freiheitsgrade sind in den Tabellen von Fisher und Yates die entsprechenden t-Tabellenwerte und Irrtumswahrscheinlichkeiten (in Prozent) zu entnehmen, die in der vierten und fünften senkrechten Spalte wiedergegeben sind.

Um nachzuweisen, daß die Unterschiede der Bindegewebsmittelwerte bei den drei Chargen nicht rein zufällig bedingt, sondern vielmehr signifikant sind, wurde zur Prüfung der Signifikanz der Mittelwerte zwischen den drei Chargen der t-Test herangezogen (Schmidt (129)) und die ermittelten t-Werte mit den Tabellen von Fisher und Yates (30) verglichen.

Die Signifikanzprüfung der Mittelwerte wurde

- zwischen den Chargen III und II (Charge III/II),
- zwischen den Chargen II und I (Charge II/I) und
- zwischen den Chargen III und I (Charge III/I) durchgeführt.

Dabei ist festzustellen (siehe Tabelle 12), daß beim Vergleich der Mittelwerte

- zwischen den Chargen III und II ein t-Wert von 3,61 errechnet wird, der bei 18 Freiheitsgraden einen t-Tabel-

- lenwert von 0,002 ergibt, was einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,2 % entspricht. Das heißt, daß sich nur in 0,2 % aller Fälle die ermittelten Unterschiede der Bindegewebsmittelwerte zwischen den Chargen III und II nicht reproduzieren lassen: der ermittelte Unterschied ist also hochsignifikant;
- b) zwischen den Chargen II und I ein t-Wert von 11,96 errechnet wird. Der dazugehörige t-Tabellenwert beträgt bei 18 Freiheitsgraden weniger als 0,001, d. h., die Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Chargen II und I sind bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,1 % hochsignifikant;
- c) zwischen den Chargen III und I der t-Wert 16,73 beträgt. Das entspricht bei 18 Freiheitsgraden einem t-Tabellenwert von weniger als 0,001 und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,1 %. Die Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Chargen III und I sind somit hochsignifikant.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Durch die vorliegenden Untersuchungen wurde folgendes festgestellt:

Bei der Schweinezungge ist die Zungenspitze am bindegewebsreichsten: sie enthält 41,0 Vol.% (SZ XIV) Bindegewebe und darüber (SZ III und SZ XV). Bei der Rinderzungge enthält der aborale Zungenrund mit 37,7 Vol.% (RZ XIV) bis 39,5 Vol.% (RZ II) das meiste Bindegewebe.

Die Gesamtzungge des Schweines weist einen durchschnittlichen Bindegewebsgehalt von 39,9 Vol.% auf und die des Rindes einen solchen von 33,4 Vol.%.

Bei der histometrischen Untersuchung des Ausgangsmaterials zur Brühwurstherstellung wurde beim Magerfleisch ein Mittelwert von 26,6 Vol.% (bzw. 27,1 Vol.% bei der Zweitprobe) Bindegewebe festgestellt. Das Bindegewebsvolumen des Zungen-

anteils betrug im Mittelwert 39,8 Vol.% (40,4 Vol.% bei der Zweitprobe).

Das Bindegewebsvolumen des an Doppelproben untersuchten Rohbrätes der drei Chargen Brühwürstchen betrug bei

Charge I = Kontrollcharge ohne Zungenzusatz = 27,4 Vol.% (27,7 Vol.%),

Charge II = Ersatz des Magerfleisches durch 1 Drittel Zungenanteil = 30,1 Vol.% (29,5 Vol.%),

Charge III = Ersatz des Magerfleisches durch 2 Drittel Zungenanteil = 35,8 Vol.% (35,3 Vol.%).

Die drei Chargen Brühwürste hatten im Mittelwert $\bar{x}$ folgenden Bindegewebsgehalt:

Charge I: $\bar{x} = 25,4$ Vol.%

Charge II: $\bar{x} = 27,9$ Vol.%

Charge III: $\bar{x} = 28,7$ Vol.%.

Diese Ergebnisse zeigen im einzelnen:

Der Zungenanteil des Ausgangsmaterials liegt mit 39,8 Vol.% Bindegewebe im Bereich des Bindegewebsgehaltes der Gesamtzunge des Schweines mit 39,9 Vol.%.

Das Rohbrät der Charge III und das Rohbrät der zuerst untersuchten Probe der Charge II befinden sich in Bezug auf ihr Bindegewebsvolumen nicht mehr im Bereich der Mittelqualität.

Bei den Brühwürsten der Chargen II und III kommt es zu einer Erhöhung des Bindegewebsgehaltes infolge des Ersatzes des Magerfleischanteils durch 1 Drittel Zusatz von Zungenmaterial (Charge II) bzw. durch 2 Drittel Zungenanteil (Charge III), und zwar vermehrt sich im Vergleich zur Kontrollcharge I das Bindegewebsvolumen um 2,5 % bei Charge II und um 3,3 % bei Charge III. Jedoch liegen die Brühwürste dieser beiden Chargen mit ihrem durchschnittlichen Bindegewebsgehalt von 27,9 Vol.% (Charge II) und 28,7 Vol.% (Charge III) noch im Bereich der Mittelqualität; gleichzeitig ist bei den Brühwürsten aller drei Chargen im Vergleich zu den dazugehörigen Rohbräten eine deutliche Verminderung des Bindegewebsvolumens festzustellen.

Die ermittelten Unterschiede der Bindegewebsmittelwerte ($\bar{x}$) zwischen den Chargen III und II sowie zwischen den Chargen II und I und zwischen den Chargen III und I sind nach statistischen Prüfmethoden nicht zufällig bedingt, sondern hochsignifikant.

Es ist somit erwiesen, daß durch den teilweisen Ersatz des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial vom Schwein eine signifikante Erhöhung des Bindegewebsvolumens im Endprodukt Brühwurst erreicht werden kann; jedoch ist die Feststellung wichtig, daß selbst durch so hohen Ersatz von einem Drittel bzw. von zwei Dritteln des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial vom Schwein die Erhöhung des Bindegewebsvolumens nicht den oberen Grenzwert der Mittelqualität Brühwurst überschreitet, so daß bei den gewerbeüblichen Rezepturen von Brühwürsten mit weit geringeren Zungenzusätzen eine Erhöhung des Bindegewebsvolumens über den oberen Grenzwert hinaus in keinem Falle erwartet werden kann.

D. Besprechung der Ergebnisse und Diskussion

Die Fragen des vorliegenden Themas lauteten, ob bei Brühwurst mittlerer Qualität infolge eines teilweisen Ersatzes des Magerfleischanteils durch Zusatz von Zunge (Schwein oder Rind) der Bindegewebsgehalt beeinflußt werden kann und gegebenenfalls in welchem Ausmaße.

Zur Klärung dieser Fragen wurden zunächst die Zunge des Schweines und die des Rindes, und zwar sowohl histologisch als auch histometrisch, untersucht.

Bei der histologischen Untersuchung wurde die der Länge nach halbierte Schweinezunge quer zu ihrer Längsachse in 15 Segmente zerlegt und von diesen Segmenten insgesamt 15 histologische Schnitte angefertigt, die nach Calleja gefärbt wurden. An Hand dieser histologischen Schnitte wurde festgestellt, daß bei der Schweinezunge in allen Abschnitten die Skelettmuskulatur anteilmäßig überwog. Während im Bereich der Zungenmitte die Binnenmuskulatur am stärksten vertreten war, nahm diese im Zungengrund beträchtlich ab, da im Bereich des Zungengrundes die Binnenmuskulatur durch Fettgewebe verdrängt wurde. In der Zungenspitze wurde im Vergleich zur Zungenmitte vermehrt Bindegewebe festgestellt. Der Anteil des Bindegewebes war in der Zungenspitze ebenfalls höher als im Bereich des Zungengrundes, in dem durch die einstrahlenden extralingualen Muskeln das Bindegewebe im Vergleich zur Zungenmitte stärker vertreten war.

Wie die Zunge des Schweines wurde auch die Rinderzunge zur histologischen Untersuchung in der Längsachse halbiert und eine der beiden Zungenhälften quer zur Längsrichtung in 25 Segmente aufgeteilt, von denen insgesamt 25 histologische Schnitte angefertigt und nach Calleja gefärbt wurden. Auf diesen histologischen Schnitten war zu erkennen, daß die Zungenspitze mit einer kompakteren Muskulatur ausgestattet war, als dies bei der Zunge des Schweines beobachtet werden konnte. Die Zungenbinnenmuskulatur nahm anteilmäßig nach

aboral allmählich ab, bedingt durch die nach aboral verstärkt auftretende Ausdehnung mächtiger, intermuskulärer Drüsenpakete. Von der Zungenspitze über die Zungenmitte bis zum Zungengrund war eine ständige Zunahme des Bindegewebes zu erkennen, das im Bereich des aboralen Zungengrundes seine stärkste Ausdehnung aufwies.

Den Ergebnissen der histometrischen Untersuchung lagen bei dem Teil, der sich mit der in Abschnitte aufgeteilten Zunge beschäftigte, jeweils 6 bis 12 histologische Schnitte und mindestens 1500 Trefferpunkte zu Grunde.

Bei den Schweinezungen XIV und XV wies die Zungenspitze im Durchschnitt 41,2 Vol.% Bindegewebe auf, die Mitte im Durchschnitt 30,65 Vol.% und der Zungengrund durchschnittlich 31,65 Vol.% Bindegewebe. Der durchschnittliche Bindegewebsgehalt aus den drei Abschnitten, die eine Gesamtzunge ergeben, betrug 34,6 Vol.% (SZ XIV) und 34,4 Vol.% (SZ XV).

Die in vier Abschnitte aufgeteilten Rinderzungen hatten ihre bindegewebsreichste Zone im aboralen Zungengrund mit 39,1 Vol.% (RZ XIII) bzw. 37,7 Vol.% (RZ XIV); dies ergibt einen Durchschnitt von 38,4 Vol.%. Die Bindegewebsvolumenwerte der drei übrigen Abschnitte Spitze, Mitte und oraler Zungengrund lagen bei beiden Zungen relativ dicht beieinander. Sie betrugen für alle drei Abschnitte zusammen durchschnittlich 34,2 Vol.% bei RZ XIII bzw. 31,6 Vol.% bei RZ XIV, für beide Zungen im Durchschnitt also 32,9 Vol.% Bindegewebe in den drei vorderen Abschnitten. Der Durchschnittswert aller vier Abschnitte einer Zunge, die zusammen die Gesamtzunge darstellen, betrug für RZ XIII 35,4 Vol.% und für RZ XIV 33,2 Vol.% Bindegewebe.

Vergleicht man die histologischen und histometrischen Ergebnisse der in Abschnitte aufgeteilten Schweine- und Rinderzungen, so kann festgestellt werden, daß die Ergebnisse der histometrischen Bindegewebsermittlung der Zungenabschnitte direkt mit denen der histologischen Untersuchung vergleichbar sind. In beiden Fällen sind die Spitzen der Schweinezun-

gen und der aborale Zungengrund des Rindes am bindegewebsreichsten. Der histologische Befund konnte mit Hilfe der histometrischen Untersuchung von je drei in Abschnitte aufgeteilte Schweine- und Rinderzungen gleichsinnig bekräftigt werden.

Bei den histometrischen Ergebnissen des Bindegewebsgehaltes der Gesamtzungen wurden für mindestens 1500 Trefferpunkte 6 bis 15 histologische Schnittpräparate benötigt. 12 untersuchte Schweinezungen ergaben einen Bindegewebsmittelwert von $\bar{x} = 39,9$ Vol.% und 11 untersuchte Rinderzungen von $\bar{x} = 33,4$ Vol.%. Dabei wurde festgestellt, daß der Bindegewebsgehalt bei den verschiedenen Gesamtzungen erheblich schwankte. Die 12 Zungen des Schweines wiesen eine Variationsbreite von 4,0 Vol.% auf. Da die Variationsbreite von der Zahl der Beobachtungen abhängig ist, gewinnt man einen besseren Eindruck über die Streuungsgröße, wenn man den theoretisch möglichen Streuungsbereich angibt, der sich aus der Standardabweichung der Einzelwerte aller untersuchten Zungen errechnet. Hierbei liegen bei normalverteilten Werten 68,26 % aller möglichen Einzelwerte im Bereich der einfachen Standardabweichung ($\pm s$) um den Mittelwert $\bar{x}$, 95,46 % aller möglichen Einzelwerte im Bereich von $\bar{x} \pm 2s$ und 99,73 % aller möglichen Einzelwerte im Bereich von $\bar{x} \pm 3s$.

In Bezug auf die 12 Zungen des Schweines wiesen die Bindegewebsvolumenwerte folgende Streuungsbereiche auf:

$\bar{x} \pm s$ = zwischen 38,97 Vol.% und 40,83 Vol.%,

$\bar{x} \pm 2s$ = zwischen 38,04 Vol.% und 41,76 Vol.% und

$\bar{x} \pm 3s$ = zwischen 37,11 Vol.% und 42,69 Vol.%.

Vergleicht man diese theoretisch möglichen Streuungsbereiche mit den Extremwerten der Variationsbreite, deren Minimum 38,2 Vol.% und deren Maximum 42,2 Vol.% betrug, so ist festzustellen, daß der Minimalwert der Variationsbreite (38,2) bereits von dem Streuungsbereich $\bar{x} \pm 2s$ nach unten (38,04) abgefangen wird, während der Maximalwert der Variationsbreite (42,2) erst durch den Bereich der 3-fachen Standardabweichung um den Mittelwert nach oben, $\bar{x} \pm 3s$ (42,69), eingeschlossen wird.

Die Variationsbreite von 11 untersuchten Rinderzungen betrug 5,9 Vol.%, wobei der niedrigste Bindegewebsvolumenwert bei 30,8 Vol.% und der höchste bei 36,7 Vol.% lag. Die theoretisch möglichen Streuungsbereiche lagen bei

$\bar{x} \pm s$ = zwischen 31,46 Vol.% und 35,34 Vol.%,

$\bar{x} \pm 2s$ = zwischen 29,52 Vol.% und 37,28 Vol.% und

$\bar{x} \pm 3s$ = zwischen 27,58 Vol.% und 39,22 Vol.%.

Beim Vergleich dieser Streuungsbereiche mit den Minimum-Maximumwerten der Variationsbreite ist zu erkennen, daß die Variationsbreite mit ihren beiden Extremwerten bereits in dem Bereich der 2-fachen Standardabweichung, das heißt mit 95,46%iger Wahrscheinlichkeit, liegt.

Wie bereits angeführt, betrug beim Schwein der durchschnittliche Bindegewebswert aus der Summe aller drei Zungenabschnitte 34,6 Vol.% (SZ XIV) bzw. 34,4 Vol.% (SZ XV) und bei der in vier Abschnitten aufgeteilten Rinderzunge 35,4 Vol.% (RZ XIII) bzw. 33,2 Vol.% (RZ XIV). Da die Summe aller Zungenabschnitte bei den bezeichneten Zungen zusammengesetzt wiederum eine Gesamtzunge ergaben, werden hier deren durchschnittliche Bindegewebswerte vergleichsweise den Bindegewebsmittelwerten der 12 Gesamtzungen des Schweines und jenen der 11 Gesamtzungen des Rindes gegenübergestellt. Dabei fällt auf, daß die durchschnittlichen Bindegewebsvolumina der in Abschnitte aufgeteilten Zungen des Schweines und Rindes nicht ohne weiteres mit den Bindegewebsmittelwerten der Gesamtzungen verglichen werden können. Während die Gesamtzunge des Rindes mit der in Abschnitte aufgeteilten Zunge im Bindegewebsgehalt nahezu übereinstimmt, trifft dies für die Zunge des Schweines nicht zu. Hier enthält die Gesamtzunge durchschnittlich 5,3 Vol.% bzw. 5,5 Vol.% mehr Bindegewebe als die aus Abschnitten wieder zusammengesetzte Zunge. Zweifellos sind diese Schwankungen des Bindegewebsgehaltes bei der Schweinezunge methodisch bedingt, was gerade auf die relativ kleine Zunge des Schweines mit normalem Schlachtgewicht zutreffen mag, da bei der gewerbeüblichen Präparation der Schweine- und Rinderzungen die kleinere

Materialmenge der Schweinezunge einer stärkeren Beeinflussung dadurch ausgesetzt ist, daß durch die Präparation auftretende unterschiedliche Materialverluste sich bei einer geringeren Menge des Ausgangsmaterials (Schweinezunge) stärker auswirken, als dies bei größeren Materialmengen (Rinderzunge) der Fall sein kann.

Die histometrischen Ergebnisse des Ausgangsmaterials sowie des Rohbrätes waren wegen des Einflusses der Erhitzung auf den Bindegewebsgehalt von Interesse.

Der Magerfleisch- und Zungenanteil des Ausgangsmaterials wurden in Doppelproben mit jeweils 8 Schnitten und einer Trefferzahl von 1549 bzw. 1654 Punkten (Magerfleisch) und mit jeweils 10 Schnitten und 1563 bzw. 1517 Treffern (Zunge) histometrisch untersucht. Obwohl bei beiden Proben des Magerfleischanteils der Bindegewebsmittelwert $\bar{x}$ mit 26,6 bzw. 27,1 Vol.% eine nur geringfügige Schwankung aufwies, so lag doch bei der zuerst untersuchten Probe des Magerfleischanteils eine erhebliche Streuung zwischen den Schnitten vor, und zwar hatte die Variationsbreite einen Wert von 8,9 Vol.% und die Standardabweichung betrug $s = \pm 3,02$, so daß sich eine Varianz von über 9 errechnen läßt, was die Anwendbarkeit des Vertrauensschemas nach Prändl (120, 121) in diesem Falle ausschließt. Ferner wurde festgestellt, daß bei der Erstprobe bereits der $\bar{x} \pm 2s$ -Wert über 30 Vol.% betrug. Die Streuung zwischen den Schnitten war bei der Zweitprobe des Magerfleischanteils unbedeutend: bei einer Variationsbreite von 3,6 Vol.% betrug die Standardabweichung $s = \pm 1,32$ und die Varianz 1,74. Auch lag hier erst die 3-fache Standardabweichung über der Grenze von 30 Vol.%.

Beide Proben des Zungenanteils zeigten in ihrem Mittelwert $\bar{x}$ mit 39,8 bzw. 40,4 Vol.% Bindegewebe keine nennenswerte Schwankung des Mittelwertes. Wenn auch die Variationsbreite mit 7,4 bzw. 7,6 Vol.% einen weiten Bereich umfaßte, so war doch die Streuung zwischen den Schnitten nicht groß: mit einer Standardabweichung $s = \pm 2,22$ bzw. $s = \pm 2,62$ liegt die Varianz s^2 bei beiden Proben unter 9. Es wurde ferner

festgestellt, daß der Mittelwert für das Bindegewebsvolumen des Zungenanteils bei beiden Proben im Bereich des Bindegewebsmittelwertes der Gesamtzunge lag, der mit 39,9 Vol.% histometrisch ermittelt wurde.

Den histometrischen Ergebnissen des ebenfalls in Doppelproben untersuchten Rohbrätes der drei Chargen lagen jeweils 10 bis 11 histologische Schnitte und 1507 bis 1516 Trefferpunkte je Probe zu Grunde. Dabei wurde festgestellt, daß bei der Erstprobe des Rohmaterials der Charge II (bei Charge II wurde der Magerfleischanteil durch 1 Drittel Zungenmaterial ersetzt) sowie beim Rohmaterial der Charge III (hierbei wurde der Magerfleischanteil durch 2 Drittel Zungenmaterial ersetzt) der Mittelwert des Bindegewebsvolumens über 30 Vol.% lag, und zwar hatte die zuerst untersuchte Rohbrätprobe der Charge II einen Bindegewebsgehalt von 30,1 Vol.% und die der Charge III von 35,8 bzw. 35,3 Vol.%. Das Rohbrät der Charge I (ohne Zungenzusatz) wurde mit 27,4 bzw. 27,7 Vol.% und das der Zweitprobe der Charge II mit 29,5 Vol.% Bindegewebe histometriert.

Der theoretisch mögliche Streuungsbereich zeigte, daß beim Rohbrät I 95,46 % aller möglichen Einzelwerte den für die Mittelqualität festgesetzten oberen Grenzwert von 30 Vol.% Bindegewebe um 1,60 bzw. 3,18 Vol.% überschritten, während der theoretisch mögliche Streuungsbereich beim Rohbrät der Chargen II und III bereits im Bereich der einfachen Standardabweichung (68,26 % aller möglichen Werte) den oberen Grenzwert der Mittelqualität mit 3,29 bzw. 2,70 Vol.% (Rohbrät II) und 8,54 bzw. 8,15 Vol.% (Rohbrät III) überschritten.

Bei dem Rohbrät II ließen sich die dem Bereich der Einfachqualität zuzuordnenden Bindegewebsvolumenwerte nicht mit dem Vertrauensschema nach Prändl (120, 121) absichern, weil die Varianz zwischen den Schnitten größer als 9 war ($s^2 = 10,18$ bzw. $10,24$).

In den "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" (155, 156) wird vorgeschrieben, daß für die Herstellung von Brühwurst mittlerer Qualität unter anderem als Ausgangsmaterial Fleisch verwendet werden soll, das in den genannten Richtlinien als "wie gewachsen" bezeichnet wird. Auf der anderen Seite werden in den "Richtlinien für die einheitliche Durchführung der histologischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen" (158) nur die Vol.-% Grenzwerte für die einzelnen Qualitätsstufen festgesetzt. Es erhebt sich somit die problematische Frage, welcher Bindegewebsgehalt bei Verwendung von "Fleisch wie gewachsen" im Sinne der "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" im Ausgangsmaterial zu erwarten ist. In den Richtlinien selbst wird "Fleisch wie gewachsen" definiert als "Skelettmuskulatur der Schlachttiere mit anhaftendem und eingelagertem Fett- und Bindegewebe, wie es bei der Verarbeitung der einzelnen Fleischstücke nach Entfernung der groben Sehnen zu erwarten ist. Hessefleisch, Kopffleisch und Knochenputzfleisch für sich allein gelten nicht als "Fleisch wie gewachsen".

Linke und Mitarbeiter (98) definierten den Begriff "Fleisch wie gewachsen" als "Skelettmuskulatur der Schlachttiere mit einem durchschnittlichen Fett- und Bindegewebsanteil, wie er bei der Verarbeitung von Schlachttierfleisch nach der Entfernung der groben Sehnen und der bindegewebs(sehnen-)armen Fleischteile zu erwarten ist", wobei als edle oder bindegewebs(sehnen-)arme Fleischteile beim Rind Filet, Roastbeef, Blume, Oberschale und beim Schwein Filet, Kotelett und Schinken angegeben werden. Anhand dieser Definition untersuchten Linke und Mitarbeiter (96, 97, 98, 99) die Schlachttierkörper von Schwein und Rind in Teilstücken auf ihren Bindegewebsgehalt, den sie unter anderem auch für das "Fleisch wie gewachsen" (98) in Tabellenform zusammenfaßten.

Die in vorliegender Arbeit verwendeten Teilstücke für den Magerfleischanteil werden nach Linke et al. mit folgendem Bindegewebsgehalt angegeben: vom Schwein Eisbein vom Bug: 24,4 Vol.%, magere Bauchabschnitte: 21,1 bis 27,4 Vol.%,

Brustspitze: 18 Vol.%; vom Rind die bindegewebsreichsten Stellen vom Bug: 26,1 Vol.%. Diese von Linke et al. angegebenen Werte entsprechen im wesentlichen den eigenen, die für den Gesamtmagerfleischanteil mit 26,6 bzw. 27,1 Vol.% Bindegewebe histometrisch ermittelt wurden.

Das im Rohbrät der drei Chargen enthaltene Fettgewebe weist nach Linke und Mitarbeitern folgende Bindegewebsvolumenwerte auf: Schweinebacke ohne Drüsen und ohne Schwarte: 54,7 Vol.%, Speck von der Brustspitze (Bugspeck): 81,1 Vol.%, Speck vom Eisbein: ca. 80 Vol.% und gewolfte Flomen: 97,3 Vol.%. Für das Gesamtfett vom Schwein geben Linke et al. einen Durchschnittswert von 86,7 Vol.% Bindegewebe an.

Man kann jedoch nicht ohne weiteres an Hand der Bindegewebsvolumenwerte der Einzelanteile des Ausgangsmaterials auf den Bindegewebsgehalt des Rohbrätes schließen, da die Auswirkungen der Zugabe von Fettgewebe zu "Fleisch wie gewachsen" auf den histometrisch ermittelten Bindegewebsgehalt noch nicht ausreichend bekannt sind. Solche Rückschlüsse bzw. Vorausberechnungen sind nur unter Vorbehalt zu ziehen.

Die im Rohbrät der Chargen II und III enthaltene Zunge wurde von Linke nicht als Teilstück untersucht. Dieses vorwiegend aus Skelettmuskulatur bestehende Organ kann nicht in das nach Linke eingeteilte Teilstückschema des Schlachttierkörpers eingeordnet werden, da die Zunge sowohl vom Schwein als auch vom Rind trotz des hohen Skelettmuskulaturanteils einen zu hohen Bindegewebsanteil aufweist, der nicht mehr der nach Linke und Mitarbeitern (98) angegebenen Definition vom "Fleisch wie gewachsen" entspricht. Linke faßt alle Teilstücke des Schlachttierkörpers "nach Entfernung der groben Sehnen und der bindegewebs(sehnen-)armen Fleischteile" zum Gesamt-"Fleisch wie gewachsen" zusammen und gibt für das Gesamtfleisch beim Schwein einen durchschnittlichen Bindegewebsgehalt von 26,6 Vol.% an (98). Dem sei nochmals der Bindegewebsgehalt der Gesamtzunge gegenübergestellt, der für die Zunge des Schweines mit 39,9 Vol.% und für die Zunge des Rindes mit 33,4 Vol.% ermittelt wurde. Die Zunge müßte als

Organ den Innereien zugeordnet werden. In Bezug auf ihren Bindegewebsgehalt war sie als Teil der Innereien bis jetzt noch nicht untersucht worden und wurde in diesem Sinne in der Literatur noch nicht erwähnt.

Die Bindegewebsvolumenwerte der drei Brühwurstchargen wurden mit jeweils 7 bis 9 histologischen Schnitten und 1503 bis 1682 Trefferpunkten je Chargenprobe histometrisch ermittelt. Die Schwankungen der Bindegewebswerte zwischen den jeweils 10 Proben einer jeden Charge waren gering. So betrug die Variationsbreite bei Charge I 1,1 Vol.%, bei Charge II 1,5 Vol.% und bei Charge III ebenfalls 1,5 Vol.%. Damit liegen diese Werte niedriger im Vergleich zu den Variationsbreiten, die bei Untersuchungen an Brühwürsten von Gummert (51), Ludwig (101), Maier (102) und Korthäuer (75) errechnet wurden. Gummert (51) stellte Variationsbreiten von 1,4 und 6,0 Vol.%, Ludwig (101) solche von 4,4 bis 6,5 Vol.%, Maier (102) von 4,4 bis 6,1 Vol.% und Korthäuer (75) von 3,9 bis 5,3 Vol.% fest. Alle Autoren ermittelten die angegebenen Werte ebenfalls bei Brühwürsten mittlerer Qualität, allerdings an Hand einer größeren Anzahl von Proben je Charge. So untersuchten Gummert (51) 2 Chargen mit 18 bzw. 40 Proben, Ludwig (101) 5 Chargen mit je 10 Proben und 1 Charge mit 11 Proben, Maier (102) 5 Chargen mit je 20 Proben und Korthäuer (75) 6 Chargen mit je 15 Proben. Durch diese größere Anzahl der untersuchten Proben je Charge lassen sich die von den Autoren ermittelten, vom Chargenmittelwert weiter streuenden, Minimal- und Maximalwerte der Variationsbreite erklären.

Entsprechend den niedrigen Werten für die Variationsbreite lag auch der theoretisch mögliche Streuungsbereich um den jeweiligen Chargenmittelwert sehr niedrig. Er betrug für die einfache Standardabweichung $\pm 0,41$ Vol.% bei Charge I, $\pm 0,52$ Vol.% bei Charge II und $\pm 0,47$ Vol.% bei Charge III. Die bei den oben genannten Untersuchern angegebenen Werte für die einfache Standardabweichung liegen wiederum höher. So gibt Gummert (51) bei einer Charge eine Standardabweichung von $\pm 1,93$ Vol.% an. Ludwig (101) ermittelte bei sechs

verschiedenen Brühwurstchargen Standardabweichungen von $\pm 1,43$ bis $\pm 2,26$ Vol.%, Maier (102) bei fünf Chargen Werte zwischen $\pm 1,18$ und $\pm 1,72$ Vol.%, und Korthäuer (75) stellte bei sechs Chargen für die einfache Standardabweichung Werte von $\pm 1,23$ bis $\pm 1,41$ Vol.% fest. Die Ursache für diese unterschiedlichen Werte für die Standardabweichung ist zweifellos materialbedingt: so ist zum Beispiel der Zerkleinerungsgrad des Brätes ausschlaggebend für den Grad der Durchmischung der Gewebeanteile, das heißt für die Verteilung des Bindegewebes im Wurstgut (Bodrossy (22), Sinell 137)), so daß bei nicht vorzerkleinertem Wurstgut mit größeren Streuungswerten zu rechnen ist. Der von Gummert (51) angegebene Wert für die Standardabweichung wurde bei nicht vorzerkleinertem Material ermittelt, weshalb seine Werte im Durchschnitt auch höher liegen als die Werte der anderen erwähnten Autoren. Auch Ludwig (101) gibt bei drei Chargen für die Standardabweichung Werte von $s = \pm 2,05$ bis $\pm 2,26$ an. Allerdings werden von Ludwig keine Angaben über den Herstellungsgang seiner Brühwurstchargen gemacht, so daß über den Zerkleinerungsgrad des Untersuchungsmaterials keine einwandfreien Aussagen bestehen. Maier (102) und Korthäuer (75) berichten, daß bei den von ihnen untersuchten Brühwürsten das Brät unter Verwendung einer Kolloidmühle feinstzerkleinert worden war. Dementsprechend liegen ihre Werte für die Standardabweichung auch niedriger als bei Gummert. Aus diesem Grunde müssen nach den "Richtlinien für die einheitliche Durchführung der histologischen Untersuchungen von Fleisch-erzeugnissen" von 1967 (158) grob verarbeitete Brühwürste vorzerkleinert werden.

Um die bei den drei Chargen Brühwürstchen mittlerer Qualität erzielten Ergebnisse besser überblicken zu können, sollen die Chargenmittelwerte ($\bar{x}$), sowie die theoretisch möglichen Streuungsbereiche ($\bar{x} \pm s$, $\bar{x} \pm 2s$, $\bar{x} \pm 3s$) in einer Übersicht zusammengestellt werden:

Charge	$\bar{x}$ Vol. %	$\bar{x} \pm s$ Vol. %	$\bar{x} \pm 2s$ Vol. %	$\bar{x} \pm 3s$ Vol. %
I	25,4	24,99 bis 25,81	24,58 bis 26,22	24,17 bis 26,63
II	27,9	27,38 bis 28,42	26,86 bis 28,94	26,34 bis 29,46
III	28,7	28,23 bis 29,17	27,76 bis 29,64	27,29 bis 30,11

Aus dieser Aufstellung ist ersichtlich, daß bei den Chargen I und II auf Grund der beobachteten Streuung 99,73 % ($\bar{x} \pm 3s$) aller möglichen Werte in einem Bereich liegen, der nach oben und unten nicht die Grenzwerte für Mittelqualität berührt. Diese beiden Chargen entsprechen also hinsichtlich der mittleren Qualität den Mindestanforderungen der "Richtlinien für Fleischerzeugnisse" (155, 156), für die nur eine Überschreitung des oberen Grenzwertes von 30 Vol.% von Interesse ist.

Bei der Charge II, bei der 1 Drittel des Magerfleisches durch Zungenmaterial ersetzt wurde, erhöhte sich der Bindegewebsegehalt um 2,5 Vol.% im Vergleich zum Chargenmittelwert der Kontrollcharge I (ohne Zungenzusatz).

Die Charge III, bei der 2 Drittel des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial ersetzt wurde, war im Vergleich zur Kontrollcharge I eine Bindegewebserhöhung um 3,3 Vol.% festzustellen. Auch die Charge III liegt mit 28,7 Vol.% Bindegewebe im Chargenmittelwert noch im Bereich der Mittelqualität, jedoch zeigt sich in Bezug auf den theoretisch möglichen Streuungsbereich, daß der Wert $\bar{x} \pm 3s$ den oberen Grenzwert für die Mittelqualität überschreitet. Zwar ist mit 30,11 Vol.% diese Überschreitung nur gering, sie zeigt aber, daß in seltenen Fällen bei Einzeluntersuchungen von Brühwürsten mit 2 Drittel Ersatz des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial und mit diesen Brühwürsten entsprechendem Homogenitätsgrad bei gleicher Untersuchungsmethodik mit Bindegewebsmittelwerten gerechnet werden muß, die in den Bereich der Einfachqualität fallen.

Der Chargenmittelwert der Brühwurst der Kontrollcharge I entspricht mit 25,4 Vol.% Bindegewebe den Bindegewebsvolumenwerten der von Gummert (51), Ludwig (101), Maier (102) und Korthäuer (75) untersuchten Brühwürste mittlerer Quali-

tät. Die Zunahme des Bindegewebsgehalts von 2,5 Vol.% bei Charge II und 3,3 Vol.% bei Charge III im Vergleich zur Kontrollcharge I infolge des in unterschiedlicher Menge zugesetzten Zungenmaterials läßt aber trotzdem die Brühwürste der Chargen II und III nicht in die Stufe der Einfachqualität absinken, obwohl man dies auf Grund der histometrischen Ergebnisse der Rohbrätuntersuchungen hätte erwarten können, insbesondere bei Charge III. Die histometrischen Ergebnisse des in Doppelproben untersuchten Rohbrätes der drei Chargen und der Brühwürste der drei Chargen sollen nochmals in einer Übersicht gegenübergestellt werden:

Rohbrät der	Brühwürste der
Charge I: $\bar{x} = 27,4$ (27,7) Vol.%	Charge I: $\bar{x} = 25,4$ Vol.%
Charge II: $\bar{x} = 30,1$ (29,5) Vol.%	Charge II: $\bar{x} = 27,9$ Vol.%
Charge III: $\bar{x} = 35,8$ (35,3) Vol.%	Charge III: $\bar{x} = 28,7$ Vol.%

Bei allen drei Chargen ist im Vergleich zum Rohbrät eine deutliche Verminderung des Bindegewebsvolumens festzustellen, und zwar beträgt die Abnahme bei der Charge I 2,0 (2,3) Vol.%, bei Charge II 2,2 (1,6) Vol.% und bei Charge III 7,1 (6,6) Vol.%. Diese Feststellung stimmt mit den von Gerigk (41), Woltersdorf (145) und Bartels und Ristow (11) erzielten Ergebnissen überein, die den Einfluß der Zerkleinerung und Erhitzung auf den Kollagengehalt von Brühwürsten untersuchten. Dabei kam Gerigk (41) zu dem Ergebnis, daß bei höher erhitzten Waren gleicher Rezeptur der Muskelanteil um 2 bis 15 % anwuchs, was eine relative Verminderung des Kollagens bewirkte. Ferner hatte feinzerkleinertes Material einen bis 8 % geringeren Kollagenanteil als grobes. Durch beide Einflüsse, starke Zerkleinerung und starke Erhitzung, wurde eine Bindegewebsverminderung von 8 bis 25 % gegenüber grobzerkleinerten und gebrühten Würsten ermittelt.

Die von Woltersdorf (145) festgestellten Veränderungen des Kollagenvolumens bei Dosenwürstchen und Hackbratenkonserven beruhten auf der Beobachtung, daß der Kollagengehalt nach dem Räuchern keinen Unterschied aufwies, jedoch nach anschließender Sterilisation (90° C/1 Std.) um ca. 10 Vol.%

abfiel. Vom Verfasser wurde nicht ausgeschlossen, daß unterschiedliche technologische Verfahren beim gleichen Arbeitsvorgang unterschiedliche Kollagengehalte zur Folge haben können. So nennt er hohe Sterilisationstemperaturen, Feinstzerkleinerung des Brätes und Verwendung von Fleisch junger Tiere als Faktoren, die zu einer Erniedrigung des Kollagens führen können, während umgekehrt niedrige Brühtemperaturen, eine optimale Menge Quellungswasser, grobe Zerkleinerung des Brätes und die Verarbeitung des Fleisches älterer Tiere zu einer Bindegewebserhöhung führen können.

Auch Bartels und Ristow (11) stellten bei Brühbratwürstchen bei Temperaturen oberhalb + 80°C, verbunden mit einem zweiten Erhitzungsprozeß (Brühen nach Räuchern oder Braten nach Brühen), ebenfalls eine Abnahme des Kollagenvolumens gegenüber dem Rohbrät um ca. 10 Vol.% fest, wobei sie im Austritt kollagener Substanzen beim Braten oder beim Räuchern mit anschließendem Brühen sowie in der Volumenänderung des Skelettmuskelfleisches und / oder des Bindegewebes die Ursachen für die beobachtete Kollagenvolumendifferenz zwischen rohen und unterschiedlich erhitzten Brühbratwürsten sahen.

Wie bereits erwähnt, wurde von anderen Untersuchern kein Einfluß der Erhitzung auf den Kollagengehalt festgestellt (Bentler (17)) oder von anderen Autoren eine Erhöhung des Kollagenvolumens ermittelt, bedingt durch unterschiedliche Erhitzung, Schwartenzusatz und Zerkleinerungsgrad (Forschner (33, 36), Baxevanis (12), Linke und Woltersdorf (95), Wersching und Kovács (142)). Schönberg (134) spricht von einer nur scheinbaren Erhöhung des Kollagens, da das Kollagen beim Erhitzen mit Wasser in Gelatine übergeht, die sich sehr vielseitig entsprechend der Höhe der Erhitzung in die bei Brühwurst eigentümlichen Hohlräume ausbreitet und dort in erkaltetem Zustand als Gallerte erstarrt. In Wirklichkeit liege also lediglich eine Ausbreitung der Gelatine durch Zerkleinerung und Erhitzung des Wurstgutes vor.

Die in der vorliegenden Arbeit bei den Brühwürsten festgestellte Verminderung des Kollagenvolumens fand bei folgendem Zerkleinerungsgrad und folgenden Erhitzungstemperaturen statt: Das Rohmaterial wurde 1mal mit der 2mm-Scheibe gewolft und anschließend im Tischkutter mit einem Vier-Messersatz mit insgesamt 120 Schüsselumdrehungen zu einem feinstzerkleinerten, homogenen Brät gearbeitet, das nach dem Abfüllen in Därme 50 Minuten bei $+ 40^{\circ}\text{C}$ vorgetrocknet, anschließend 60 Minuten bei $+ 75^{\circ}\text{C}$ heißgeräuchert und schließlich 17 Minuten bei $+ 77^{\circ}\text{C}$ bis $+ 78^{\circ}\text{C}$ gebrüht wurde.

Die festgestellte Abnahme des Kollagenvolumens ist meines Erachtens auf den zweimaligen Erhitzungsvorgang (Brühen nach Räuchern), analog den von Woltersdorf (145) und Bartels und Ristow (11) ermittelten Ergebnissen, zurückzuführen.

Die für die drei Brühwurstchargen histometrisch ermittelten Chargenmittelwerte unterscheiden sich infolge des teilweisen Ersatzes des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial vom Schwein deutlich voneinander. Daß diese Unterschiede der Bindegewebsmittelwerte bei den drei Chargen nicht rein zufällig (methodisch) bedingt sind, sondern vielmehr signifikante Unterschiede darstellen, wurde durch den t-Test, eine statistische Prüfmethode, nachgewiesen. Der t-Test dient unter anderem zur Verlässlichkeitsprüfung von Unterschieden zwischen Mittelwerten.

Die nach Schmidt (129) angegebenen Formeln zur t-Wert-Ermittlung gelten unter der Annahme einer Normalverteilung der Werte für Bindegewebe bzw. Skelettmuskulatur. Die von Matthies (106) aufgestellte Tabelle, in der er die möglichen methodischen, zufallsbedingten Schwankungen bei der histometrischen Untersuchung in Abhängigkeit von den Gesamttrefferzahlen und einem wahren Bindegewebsgehalt p (in Vol.%) zusammenfaßte, beruht allerdings auf der Annahme einer Binomialverteilung. Diese Annahme trifft zu, wenn bei statistischen Untersuchungen nur eine beschränkte Anzahl (n) von Beobachtungen zur Prüfung von Schwankungen bzw. Unterschieden zur Verfügung steht. Ist jedoch die Zahl der Beobachtungen (n) bzw. die Zahl der Freiheits-

grade ($n - 1$) genügend groß, das heißt, basieren die Chargenmittelwerte auf einer großen Anzahl von Einzelwerten, so nähert sich auf Grund der statistischen Gesetzmäßigkeit die Binomialverteilung immer mehr der Normalverteilung, bis sie dieser schließlich gleicht (Schmidt (129)). Bei den vorliegenden Untersuchungen kann eine Normalverteilung für die Bindegewebswerte angenommen werden, da den Chargenmittelwerten jeweils die Untersuchung von 10 Brühwurstproben zu Grunde lagen, die ihrerseits nochmals mit jeweils mindestens 1500 Trefferpunkten histometriert wurden, so daß eine genügend große Anzahl von Beobachtungen (n) zur Verfügung steht. Der gleichen Annahme einer Normalverteilung der Bindegewebs- bzw. Skelettmuskulaturwerte in Brühwürsten waren bereits Gummert (51), Ludwig (101), Maier (102) und Korthäuer (75).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die auf Grund des t-Testes ermittelten t-Werte und die daraus nach den Tafeln von Fisher und Yates (30) abzulesenden t-Tabellenwerte (s. Tabelle 12) beweisen, daß die zwischen den Chargenmittelwerten bestehenden Schwankungen hochsignifikant sind. Es kann daher durch den teilweisen Ersatz des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial vom Schwein eine signifikante Erhöhung des Bindegewebsvolumens im Endprodukt Brühwurst erreicht werden. Allerdings kann durch Zungenzusatz bei Brühwürsten der Mittelqualität mit einem dem untersuchten Material entsprechenden Homogenitätsgrad und bei gleicher Zusammensetzung des Ausgangsmaterials und gleicher Untersuchungsmethodik keine Verfälschung in dem Sinne erreicht werden, daß infolge der Erhöhung des Bindegewebsvolumens eine Einstufung in die Einfachqualität erfolgen müßte.

E. Zusammenfassung

Durch die vorliegende Arbeit sollte ein Beitrag zur Klärung der Frage geleistet werden, ob und gegebenenfalls inwieweit der Bindegewebsgehalt einer Brühwurst durch die Verarbeitung von Zunge beeinflusst wird.

Dazu wurde zunächst die Zunge des Schweines und Rindes sowohl histologisch als auch histometrisch in ihren Abschnitten Spitze, Mitte und Grund (beim Rind oraler und aboraler Zungengrund) untersucht. Es wurde festgestellt, daß sowohl histologisch als auch histometrisch die Zungenspitze des Schweines und der aborale Zungengrund des Rindes am bindegewebsreichsten sind. Bei der anschließenden histometrischen Untersuchung der Gesamtzunge des Schweines und Rindes konnte die Schweinezunge bei 12 untersuchten Einzelzungen als die bindegewebsreichere ermittelt werden. Sie enthielt 39,9 Vol.% Bindegewebe im Vergleich zu 33,4 Vol.% Bindegewebe bei 11 untersuchten Einzelzungen des Rindes. Für diese und alle folgenden histometrischen Untersuchungen wurden jeweils so viele Schnitte untersucht, daß der histometrischen Bindegewebsermittlung mindestens 1500 Trefferpunkte zu Grunde lagen.

Die Beeinflussung des Bindegewebsgehaltes in Brühwürsten durch den teilweisen Ersatz des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial wurde an Hand von drei Brühwurstchargen der mittleren Qualität geprüft, wobei die Charge I als Kontrollcharge ohne Zungenzusatz, die Charge II durch Ersatz des Magerfleischanteils durch 1 Drittel und die Charge III durch 2 Drittel Zungenzusatz vom Schwein hergestellt wurde. Bei den Brühwürsten der Chargen II und III (jeweils mit Zungenzusatz) kam es zu einer Erhöhung des Bindegewebsvolumens im Vergleich zur Kontrollcharge I (ohne Zungenzusatz). Jedoch lagen die Chargen II und III in Bezug auf den Bindegewebsgehalt noch im Bereich der Mittelqualität, mit Ausnahme des theoretisch möglichen Streuungsbereichs von $\bar{x} \pm 3s$ bei der Charge III, wo im oberen Grenzbereich mit 30,11 Vol.% Bindegewebe der Grenzwert für Mittelqualität überschritten wurde.

Um auch den Einfluß der Erhitzung auf den Bindegewebsgehalt in Brühwürsten zu ermitteln, wurden vom Ausgangsmaterial der Zungen- und Magerfleischanteil sowie das Rohbrät der drei Chargen histometrisch in Doppelproben untersucht. Es konnte festgestellt werden, daß der Magerfleischanteil aller drei Chargen den Richtlinien für Fleischerzeugnisse in Bezug auf "Fleisch wie gewachsen" entsprach. Das Rohbrät der Charge III und der zuerst untersuchten Probe der Charge II (jeweils mit Zungenzusatz) überschritt die obere Grenze der mittleren Qualitätsstufe. Beim Vergleich der Rohbräte mit den Chargenmittelwerten der drei Brühwurstchargen war eine deutliche Verminderung der Kollagenwerte bis zu 7,1 Vol. % (Charge III) zu erkennen. Dies wird auf den Einfluß der Erhitzung und Zerkleinerung zurückgeführt.

Die Unterschiede der Bindegewebsvolumenwerte zwischen den Chargen I, II und III wurden an Hand statistischer Prüfungsmethoden als hochsignifikant erkannt. Dies ist für die Beantwortung des Themas ein ausschlaggebender Beweis dafür, daß durch den teilweisen Ersatz des Magerfleischanteils durch Zungenmaterial vom Schwein eine signifikante Erhöhung des Bindegewebsvolumens bei Brühwürsten erreicht werden kann. Jedoch ist bei den gewerbeüblichen, nur geringen Zungenzusätzen, wie sie in den Rezepturen von Brühwurst mit Zunge angegeben werden, niemals eine solche Erhöhung des Bindegewebsvolumens zu erwarten, die eine Überschreitung des oberen Grenzwertes der Mittelqualität Brühwurst zur Folge hätte.

F. Literaturverzeichnis

1. Alterauge, W.: Histologische Untersuchungen von Brüh-, Rot- und Eingeweidewürsten unter Berücksichtigung der durch den Herstellungsprozeß hervorgerufenen Veränderungen der in der Wurst enthaltenen Organe und Gewebestandteile.
Vet. med. Diss. Hannover, 1937
2. Antonacopoulos, N.: Vorschläge zur quantitativen Bestimmung des Bindegewebes in Fleisch und seinen Zubereitungen.
Diss. rer. nat. München, 1957
3. Bartels, H.: Innereien und Zusätze zur Wurst.
Fleischwirtschaft 3, 49 (1951)
4. Bartels, H.: Neue Untersuchungsergebnisse zur gerechten Bewertung des Bindegewebsgehaltes von Brühwürsten.
Allgemeine Fleischerzeitung Nr. 82 vom 10./11.7.1965
5. Bartels, H.: Fremdwassergehalte in Wurstwaren.
Fleischwirtschaft 44, 13 (1968)
6. Bartels, H.: Über einige Fragen zur Lebensmittelbeurteilung.
Fleischwirtschaft 48, 780 (1968)
7. Bartels, H. und K. Gerigk: Prüfung einer Schnellmethode zur Bestimmung des Wasser- und Fettgehaltes in Fleischerzeugnissen.
Fleischwirtschaft 44 (16), 741 (1964)
8. Bartels, H. und K. Gerigk: Kommentar zu den "Richtlinien für Fleischerzeugnisse".
Fleischwirtschaft 46, 11 (1966)

9. Bartels, H., K. Muß für die Herstellung qualitativ guter Gerigk und Mit- Brühwurst aus Kaltfleisch das Fleisch
arbeiter vorgesalzen werden?
Fleischwirtschaft 46, 611 (1966)
10. Bartels, H., K. Zur Höhe des Fettgehaltes in Frankfurter
Gerigk und D. Würstchen.
Drechsler: Fleischwirtschaft 15, 1107 (1963)
11. Bartels, H. und Brühbratwurst: Veränderungen im feststell-
baren Bindegewebsgehalt während der ver-
schiedenen Erhitzungsprozesse.
R. Ristow: Fleischwirtschaft 50, 935 (1970)
12. Baxevanis, D.: Über Einflüsse auf das Kollagenvolumen
von Brüh- und Rohwürsten.
Vet. med. Diss. München, 1962
13. Bechthold, E.: Der praktische Fleischer.
Band II, 3. Aufl.; Hugo Matthaes Verlag,
Stuttgart (1951)
14. Beck, G.: Einheitliche histologisch-histometrische
Bewertung des Bindegewebes in Fleischer-
zeugnissen im Rahmen der amtlichen Lebens-
mittelüberwachung.
Fleischwirtschaft 45, 324 (1965)
15. Beck, G.: Erfahrungen und Ergebnisse über die hi-
stologisch-histometrische Untersuchung
von Fleisch- und Wurstwaren im Rahmen
der amtlichen Lebensmittelüberwachung.
Tierärztl. Umschau 21, 436 (1966)
16. Beller, K.: Zur Technik der Wurstuntersuchung.
Z. Fleisch- u. Milchhyg. 51, 85 (1941)
17. Bentler, W.: Untersuchungen über den Einfluß der Er-
hitzung auf das histometrisch meßbare
Kollagenvolumen.
Arch. Lebensmittelhyg. 14, 209 (1963)

18. Bertling, L.: Die Zusammensetzung von Fleischwurst mittlerer Qualität, 8. Mitteilung
Fleischwirtschaft 48, 1035 (1968)
19. Bertling, L.: Die Zusammensetzung von Fleischwurst einfacher Qualität, 9. Mitteilung
Fleischwirtschaft 49, 329 (1969)
20. Beythien, A. Laboratoriumsbuch für den Lebensmittel- und W. Diemair: chemiker.
8. Aufl., Verlag Theodor Steinkopff,
Dresden und Leipzig 1963
21. Biegler, P.: Die Pe-Bi-Schnellmethode zur gleichzeitigen Bestimmung des Fett-, Wasser- und Salzgehaltes in Fischen und Fischwaren.
Fischwaren- u. Feinkost-Ind. 29, 141
(1957)
22. Bodrossy, L.: Versuche zur Feststellung der quantitativen histologischen Zusammensetzung von Würsten.
Z. Fleisch- u. Milchhyg. 53, 51 (1942)
23. Borges, R.: Statistische Prinzipien der Qualitätskontrolle von Fleischerzeugnissen.
Fleischwirtschaft 48, 919 (1968)
24. Buss, W.: Die hessische Brühwurst und ihre Zusammensetzung.
Arch. Lebensmittelhyg. 11, 121 (1960)
25. Buss, W. und E. Raschke: Die Bestimmung des Fettgehaltes aus Wurst mittels der Butyrometermethode nach Gerber.
Arch. Lebensmittelhyg. 6, 148 (1955)
26. Cavalieri, F.: Geometrica indivisibilibus continuorum nova quadam ratione promota. 1635.
Zit. nach Prändl, O. (121)

27. Clausen, L.: Über den Nachweis von Leber in Würsten und Fleischgemengen durch die histologische Untersuchung und den Versuch, den Lebergehalt mengenmäßig festzustellen. Z. Fleisch- u. Milchhyg. 47, 397 (1937)
28. Delesse, A.: Procédé mécanique pour déterminer la composition des roches. Comptes Rendues 25, 544 (1847)
Zit. nach Prändl, O. (121)
29. Feils, G.: Beanstandungen im Rahmen einer planmäßigen Lebensmittelüberwachung und deren Weiterverfolgung. Arch. Lebensmittelhyg. 11, 73 (1960)
30. Fisher, R.A. and F. Yates: Statistical tables for biological, agricultural and medical research. 6. Aufl., Verlag Oliver & Boyd, Edinburgh 1963
31. Fleischmann, O.: Untersuchungen von Fleisch und Fleischwaren mit Hilfe der Ultra-X-Schnellanalysenwaage und eines neuen Veraschungsgerätes. Fleischwirtschaft 46, 956 (1966)
32. Flemming, R. und Weitere Ergebnisse aus Untersuchungen mit D. Drechsler: dem Schnellanalysengerät Ultra-X. Fleischwirtschaft 46, 244 (1966)
33. Forschner, E.: Volumendifferenz bei der Histometrie von rohem und erhitztem Fleisch. Arch. Lebensmittelhyg. 12, 221 (1961)
34. Forschner, E.: Vergleichende histometrische Untersuchungen von Rohfleisch mit Integrationsokular (Zeiss) und Pointcounter. Arch. Lebensmittelhyg. 12, 280 (1961)

35. Forschner, E.: Die Beeinflussung histometrisch ermittelbarer Kollagenvolumina durch die Färbemethode.
Arch. Lebensmittelhyg. 13, 39 (1962)
36. Forschner, E.: Der Einfluß der Färbemethode auf die histometrisch ermittelbaren Kollagenvolumina unter besonderer Berücksichtigung individuell bedingter Faktoren bei Muskulatur-Sehnengemischen von Einzeltieren.
Arch. Lebensmittelhyg. 13, 158 (1962)
37. Gerigk, K.: Grundsätzliche Fragen zur Verfahrenstechnik bei der quantitativen histologischen Wurstuntersuchung.
Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1959, 76
38. Gerigk, K.: Untersuchungen über die erforderliche Anzahl von Schnitten für die quantitative histologische Wurstuntersuchung.
Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1959, 78
39. Gerigk, K.: Beurteilung von Rohwürsten auf Grund histologischer Untersuchungen.
Fleischwirtschaft 13, 206 (1961)
40. Gerigk, K.: Histometrische Untersuchungen von Rohwürsten I. und II. Qualität.
Fleischwirtschaft 13, 920 u. 998 (1961)
41. Gerigk, K.: Histologische Beurteilung von Brühwürsten.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 75, 73 (1962)
42. Gerigk, K.: Beitrag zur Qualitätsbeurteilung von streichfähigen Rohwürsten auf Grund histometrischer Untersuchungen.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 75, 230 (1962)

43. Gerigk, K.: Müssen die bisherigen Bewertungsmaßstäbe zur Beurteilung von Roh- und Brühwurst durch neue Bewertungsmaßstäbe ersetzt werden?
Vortrag auf der 8. Arbeitstagung des Arbeitsgeb. Lebensmittelhyg. der DVG vom 14. bis 16.10.1964 in Malente-Gremsmühlen
Ref.: Fleischwirtschaft 45, 52 (1965)
44. Gilcher, A.: Histologische und biologische Kollagenbestimmung in Wurstwaren.
Vet. med. Diss. Gießen, 1961
45. Glagoleff, A.A.: Quantitative analysis.....with the microscope.....by the "Point" method.
Engineering and Mining J. 135, 399 (1934)
Zit. nach Prändl, O. (121)
46. Glamser, R.: Ein Beitrag zur mikroskopischen Untersuchung von Wurstwaren mit der Gelatineeinbettungs- und Gefriermethode.
Z. Fleisch- u. Milchhyg. 56, 287 (1926)
47. Grau, R.: Bewertung von Fett, Wasser und Eiweiß in Würsten.
Fleischwirtschaft 14, 1128 (1962)
48. Grau, R., H. Gspahn, H. Günther, K. Möhler, F. Petuely und O. Wyler: Über die analytische Bewertung von Fleischwaren.
Arch. Lebensmittelhyg. 18, 25 (1967)
49. Großklaus, D.: Eine einfache orientierende Methode zur Fettbestimmung von Fleisch- und Wurstwaren.
Arch. Lebensmittelhyg. 13, 282 (1962)

50. Grüttner, F., Taschenbuch der Fleischwarenherstellung.
E. Lienhop: 6. Aufl., Verlag Günther Hempel, Braun-
schweig (1962)
51. Gummert, G.: Untersuchungen über die Vergleichbarkeit
von Probe und Gegenprobe im Sinne des
§ 6 des Lebensmittelgesetzes, zugleich
ein Beitrag zur Methodik der histometri-
schen Untersuchung von Brühwürsten.
Vet. med. Diss. Gießen, 1965
52. Hamm, R.: Das Salzen von Fleisch I.
Die Bedeutung des Vorsalzens bei der Brüh-
wurstherstellung.
Fleischwirtschaft 9, 477 (1957)
53. Hamm, R.: Die Verarbeitung von schlachtwarm einge-
frorenem Fleisch II. Die Vorteile des
Salzens schlachtwarmen Fleisches vor dem
Einfrieren für die Brühwurstherstellung
(Modellversuche).
Fleischwirtschaft 46, 856 (1966)
54. Heidtmann, R.H.: Rationelles Räuchern von Brühwurst.
Fleischwirtschaft 48, 897 (1968)
55. Heimann, W.: Grundzüge der Lebensmittelchemie.
Verlag Theodor Steinkopff, Dresden
(1969)
56. Hennig, A.: Kritische Betrachtungen zur Volumen-
und Oberflächenmessung in der Mikroskopie.
Zeiss Werkzshr. 6, 78 (1958)
57. Hennig, W.: Zur Bewertung des Fettgehaltes von Fleisch-
und Wurstwaren, besonders von Brühwürsten.
Lebensm.-Unters. u. -Forschung
120, 369 (1963)

58. Herold, G. und K.K. Harigel: Zusammensetzung einiger Fleischerzeugnisse. Gehalt an Eiweiß, Fett, Bindegewebs-eiweiß.
Fleischwirtschaft 44 (16), 767 (1964)
59. Hobigk, W.: Zur Frage des Fettgehaltes der Brühwürste.
Arch. Lebensmittelhyg. 10, 182 (1959)
60. Holthöfer, H., A. Juckenack und K.-H. Nüse: Deutsches Lebensmittelrecht. 4. Aufl., Bd. I und II, Carl Heymanns Verlag
Berlin 1961 und 1963.
61. Holz, K. und B. Rößler: Begriffs- und Qualitätsrichtlinien für Wurst und Fleischwaren.
Arch. Lebensmittelhyg. 6, 174 (1955)
62. Kallert, E.: Untersuchungen über die Beschaffenheit und Zusammensetzung einiger Wurstsorten.
Dtsch. Schlachthof Ztg. 34, 243 (1934)
63. Kallert, E.: Zur Einteilung der Würste.
Fleischwirtschaft 5, 52 (1953)
64. Kallert, E. und H. Rievel: Beurteilung von Leberwurst auf Grund der Sinnesprüfung, der histologischen und der chemischen Untersuchung.
Fleischwirtschaft 1, 273 (1949)
65. Kelch, F. und K. Gerigk: Die Eignung des Integrationsokulars I der Firma Zeiss, Oberkochen, für die quantitative histologische Analyse von Rohwürsten.
Fleischwirtschaft 11, 1021 (1959)
66. Kelch, F. und K. Gerigk: Beitrag zur histologischen quantitativen Wurstuntersuchung mit dem Integrations-tisch der Firma Leitz, Wetzlar.
Fleischwirtschaft 12, 279 (1960)

67. Kelch, F. und K. Gerigk: Die zur quantitativen histologischen Untersuchung von Rohwürsten notwendige Anzahl von mikroskopischen Schnitten. Fleischwirtschaft 12, 718 (1960)
68. Kerschl, A.: Zur quantitativen Bestimmung von kollagenen Substanzen in Brühwürsten mittels der histologischen Untersuchung. Vet. med. Diss. München, 1956
69. Kersten, W. und H. Friess: Ein Beitrag zur Messung kollagener Substanzen in Brühwürsten. Arch. Lebensmittelhyg. 11, 276 (1960)
70. Kivirikko, K.I. A colorimetric method for determination of hydroxyproline in tissue hydrolysates. Scand. J. clin. Lab. Invest. 11, 128 (1959)
71. Klein, H.: Der Einfluß der Vergrößerung und der Trefferzahl für die Beurteilung des Gesamtbindegewebsgehaltes in Rohwurst. Vortrag auf der 8. Arbeitstag. des Arbeitsgeb. Lebensmittelhyg. der DVG vom 14. bis 16.10.1964 in Malente-Gremsmühlen. Ref.: Fleischwirtschaft 45, 51 (1965)
72. Klöppel, H.: Beitrag zur Technik der histologischen Untersuchung von Rohwürsten. Vet. med. Diss. Gießen, 1964
73. Koch, H.: Die Fabrikation feiner Fleisch- und Wurstwaren. 11. Aufl., Verlagshaus Sponholz, Frankfurt a. M. (1952)

74. Koch, H.: Die Fabrikation feiner Fleisch- und Wurstwaren.
15. Aufl., Verlagshaus Sponholz,
Frankfurt a. M. 1966
75. Korthäuer, J.: Zur Frage der Repräsentanz von Einzel-
ergebnissen bei der histometrischen Un-
tersuchung von Brühwürsten aus ganzen
Chargen.
Vet. med. Diss. Gießen, 1969
76. Kotter, L.: Grundzüge und Probleme der histologischen
Wurstuntersuchung.
MittBl. GDCh.-Fachgruppe Lebensmittel-
chem. u. gerichtl. Chem. 9, 35 (1955)
77. Kotter, L.: Neue Wege bei der histologischen Wurst-
untersuchung.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 68, 360
(1955)
78. Kotter, L.: Zum Nachweis kollagener Substanzen in
Wurstwaren.
Wien. Tierärztl. Wschr. 44, 705 (1957)
79. Kotter, L.: Die Qualitätsrichtlinien für Fleischer-
zeugnisse in der Sicht des Lebensmittel-
tierarztes.
Arch. Lebensmittelhyg. 9, 35 (1958)
80. Kotter, L.: Zum Eiweißgehalt von Wurstwaren als we-
sentliches Kriterium für die Gütebeur-
teilung.
Dtsch. Lebensm.-Rdsch. 59, 251 (1963)
81. Kotter, L., L. Degenkolb und
E. Elfert: Zum Nachweis kollagener Substanzen bei
der histologischen Wurstuntersuchung.
Tierärztl. Umschau 11, 140 (1956)

82. Kotter, L., O. Experimentelle Grundlagen für die Beur-
Prändl und C. teilung des Kollagenvolumens von Brüh-
Gervasini: wüsten.
Arch. Lebensmittelhyg. 9, 243 (1958)
83. Kotter, L. und Zur Bestimmung des Kollagenanteils in
O. Prändl: Wurstwaren mit dem Integrationstisch.
Z. wiss. Mikroskopie 64, 257 (1959)
84. Kotter, L. und Die Beurteilung des Fettgehaltes von
G. Lott: Fleisch- und Wurstwaren unter Berück-
sichtigung der Verbrauchererwartung.
Arch. Lebensmittelhyg. 13, 255 (1962)
85. Kotter, L., J. Aktuelles zur Lebensmittelüberwachung
Terplan, Arch. Lebensmittelhyg. 14, 127 (1963)
W. Kreuzer und
F. Lorck:
86. Krölling, O., Lehrbuch der Histologie und vergleichen-
H. Grau: den mikroskopischen Anatomie der Haustie-
re.
10. Aufl., Verlag Paul Parey in Berlin
und Hamburg, 1960
87. Krol, J.B. und Schnellmethoden zur Bestimmung des Was-
J. Meester: ser-, Fett- und Eiweißgehaltes in
Fleisch und Fleischwaren.
Fleischwirtschaft 15, 488 (1963) und
44 (16), 446 (1964)
88. Lang, K.: Eine Methode zur Bestimmung des Prolins
und des Oxyprolins.
Z. physiol. Chem. 219, 148 (1933)
Zit. nach Antonacopoulos (2)
89. Lerche, M.: Zur histologischen Untersuchung von
Fleisch- und Wurstwaren.
Arch. Lebensmittelhyg. 9, 6 (1958)

90. Lerche, M. und W. Giske: Kommentar zu den Richtlinien für die Qualität von Fleischerzeugnissen und deren Kenntlichmachung.
Fleischwirtschaft 8, 490 (1956)
91. Lerche, M., H. Rievel und V. Goerttler: Lehrbuch der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung.
3. Aufl., Verlag M. & H. Schaper, Hannover (1957)
92. Linke, H.: Die planimetrische Erfassung mikroskopischer Schnitte mittels Histotaxatio.
Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1958, 54 u. 1959, 74
93. Linke, H.: Ein Beitrag zur quantitativen Auswertung in der Wursthistologie.
Arch. Lebensmittelhyg. 10, 31 (1959)
94. Linke, H.: Die quantitative Auswertung histotaxierter Schnittpräparate an Hand der Qualitätsrichtlinien.
Fleischwirtschaft 12, 817 (1960)
95. Linke, H. und W. Woltersdorf: Volumenänderung des Bindegewebes durch die Erhitzung.
Fleischwirtschaft 45, 211 (1965)
96. Linke, H., O. Fleischmann, F. Wirth und W. Woltersdorf: Der Bindegewebsgehalt in Schlachttierkörpern von Rind und Schwein.
Fleischwirtschaft 45, 95 (1965)
97. Linke, H., J. Scheper, O. Fleischmann, F. Wirth und W. Woltersdorf: Der Bindegewebsgehalt in Schlachttierkörpern von Schwein und Rind.
I.Mitt.: Einleitung und Methoden.
Fleischwirtschaft 47, 475 (1967)

98. Linke, H., O. Der Bindegewebsgehalt in Schlachttierkörpern von Schwein und Rind.
Fleischmann, W. Woltersdorf III. Mitt.: Zum Begriff "Fleisch, wie ge- und F. Wirth: wachsen."
Fleischwirtschaft 47, 744 (1967)
99. Linke, H., F. Der Bindegewebsgehalt in Schlachttierkörpern von Schwein und Rind.
O. Fleischmann: IV. Mitt.: Zum Begriff "sehnenarmes Fleisch".
Fleischwirtschaft 47, 829 (1967)
100. Lochmann, E.-H.: Zur quantitativen Feststellung des Kollagengehaltes in Würsten, insbesondere Brühwürsten, im Rahmen der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung.
Arch. Lebensmittelhyg. 14, 113 (1963)
101. Ludwig, K.: Zur Frage der Vergleichbarkeit von Probe und Gegenprobe im Sinne des § 6 des Lebensmittelgesetzes bei Brühwürsten.
Vet. med. Diss. Gießen, 1966
102. Maier, D.: Zur Klärung der Frage, ob aus den Ergebnissen von Brühwurst-Einzeluntersuchungen auf den Bindegewebs- sowie den Fett-, Eiweiß-, Wasser- und Aschegehalt ganzer Chargen geschlossen werden kann.
Vet. med. Diss. Gießen, 1968
103. Matt, F.: Über den Fettgehalt verschiedener Wurstsorten.
Dtsch. Lebensm.-Rdsch. 58, 195 (1962)

104. Matthies, K.: Eine neue Schnellmethode zur Bestimmung des Wasser- und Fettgehaltes in Fleisch-erzeugnissen, zugleich ein Beitrag zur Diskussion über neue Bewertungsmaßstäbe von Roh- und Brühwürsten.
Vet. med. Diss. Gießen, 1965
105. Matthies, K.: Zur Bewertung histometrischer Ergebnisse bei der Untersuchung schnittfester Rohwürste aus ganzen Chargen.
Vortrag auf der 11. Arbeitstag. des Arbeitsgeb. Lebensmittelhyg. der DVG vom 27. bis 29.9.1967 in Göttingen.
106. Matthies, K.: Zur Bewertung von Ergebnissen der histometrischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen.
Fleischwirtschaft 49, 61 (1969)
107. Meulemann, C.: Die Qualitätsrichtlinien für Fleischerzeugnisse in der Sicht des Lebensmittel-tierarztes.
Arch. Lebensmittelhyg. 9, 151 (1958)
108. Möhler, K.: Diskussionsbeitrag zum Vortrag von Bauer.
Mittbl. GDCh.-Fachgr. Lebensmittelchem. u. gerichtl. Chem. 13, 241 (1959)
109. Möhler, K. und Chemische Bestimmung von Bindegewebe
N. Antonacopoulos: in Fleisch und seinen Zubereitungen.
Z. Lebensm.-Unters. u. -Forschung 106, 425 (1957)
110. Müller, F.W. Erfahrungen mit der Oxyprolin-Methode.
Mittbl. GDCh.-Fachgr. Lebensmittelchem. u. gerichtl. Chem. 13, 166 (1959)
111. Müting, D.: Zur quantitativen Bestimmung des Oxyprolins in Eiweißhydrolysaten.
Z. physiol. Chem. 291, 234 (1952)

112. Nagel, G.: Oxyprolin- und Tryptophan- Bestimmung
in Wurstwaren.
Mittbl. GDCh.-Fachgr. Lebensmittelchem.
u. gerichtl. Chem. 14, 135 (1960)
113. Neuman , R.E. The determination of hydroxyproline.
und M.A. Logan: J. Biol. Chem. 184, 299 (1950)
114. Neuman, R.E. und The determination of collagen and
M.A. Logan: elastin in tissues.
J. Biol. Chem. 184, 549 (1950)
115. Nickel, R., Lehrbuch der Anatomie der Haustiere,
A. Schummer, Band II, 2. Aufl.;
E. Seiferle: Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg
(1967)
116. Niinivaara, F. Die Wasserbindungsfähigkeit von Fleisch.
und T. Rynnänen: Fleischwirtschaft 5, 261 (1953)
117. Niinivaara, F. Zur Theorie der Wasserbindung des Fleisches
und M. Pohja: Fleischwirtschaft 6, 192 (1954)
118. Pfeiffer, G.: Zur Methodik der histometrischen Be-
stimmung von Bindegewebeiseiweiß.
Fleischwirtschaft 45, 325 (1965)
119. Pohja, M.S., Die Fettbestimmung in Fleisch und
S.E. Komulainen Fleischerzeugnissen nach dem Verfahren
und F.P. Niini- von Gerber.
vaara: Z. Lebensm.-Unters. u. -Forschung 103,
333 (1956)
120. Prändl, O.: Grundlagen für die quantitative Auswer-
tung histologischer Präparate.
Arch. Lebensmittelhyg. 11, 241 (1960)
121. Prändl, O.: Die histologische Analyse von Wurstwaren.
Grundlagen für die quantitative Auswer-
tung histologischer Präparate.
Gerhard Röttger Verlag, München (1961)

122. Prändl, O., J. Maas und E. Polke: Zur Differenzierung des Rohproteins in Fleischwaren an Hand der Hydroxyprolin-methode zum Zwecke der Qualitätsbeurteilung.
Fleischwirtschaft 47, 581 (1967)
123. Freuß, B.: Über die histologische Untersuchung und Beurteilung von Bockwürsten unter besonderer Berücksichtigung des Kollagengehaltes.
Mh. Vet. med. 21, 369 (1966)
124. Radivojević, B.: Untersuchungen zur Bedeutung der Untersuchungstechnik für die Feststellung des Kollagengehaltes in Würsten mit Hilfe der histologisch-histometrischen Untersuchungen.
Vet. med. Diss. Hannover, 1963
125. Rosiwal, A.: Über geometrische Gesteinsanalysen.
Verh. der k. u. k. geolog. Reichsanstalt Wien 1898, 143.
Zit. nach Prändl, O. (121)
126. Salwin, H., J.K. Bloch und Mitchell jr.: Die Schnellbestimmung von Fett in Fleischproduktionen (Rapid determination of fat in meat products).
J. Agric. Food Chem. 3, 588 (1955)
127. Schierbaum, F.: Infrarot und seine Anwendung in der Fleischindustrie.
Fleischermeister 12, 4 (1948)
128. Schmidhofer, T.: Zum Erlaß von Mindestanforderungen an Fleischwaren.
Schwz. Arch. Tierheilk. 108, 138 (1966)
129. Schmidt, W.: Anlage und statistische Auswertung von Untersuchungen.
Verlag M. & H. Schaper, Hannover 1961

130. Schmidt, W.: Handbuch für das Fleischergewerbe.
11. Aufl., Fachbuchverlag Dr. Pfannen-
berg & Co., Gießen (1968)
131. Schönberg, F.: Zum Fremdwassergehalt der Brühwurst und
zur Feder'schen Zahl.
Lebensmitteltierarzt 4, 123 (1953)
132. Schönberg, F.: Die Untersuchung von Tieren stammender
Lebensmittel.
7. Aufl., Verlag M. & H. Schaper,
Hannover (1959)
133. Schönberg, F.: Zweckmäßigkeit und Bewertung der "Richt-
linien für die Qualität von Fleischer-
zeugnissen und deren Kenntlichmachung"
unter besonderer Berücksichtigung der
Wurstsorten.
Fleischwirtschaft 13, 646 (1961)
134. Schönberg, F.: Zu den möglichen Fehlerquellen bei der
histometrischen Ermittlung des Kollagen-
bzw. Gelatinegehaltes bei Brühwürsten.
Arch. Lebensmittelhyg. 14, 118 (1963)
135. Sedlmeier, H. Zur Einteilung der Würste.
und L. Kotter: Fleischwirtschaft 5, 132 und 238 (1953)
136. Seel und Mit- Die mikroskopische Untersuchung von
arbeiter: Fleisch- und Wurstwaren.
Z. Untersuchung der Nahrungs- u.
Genußmittel 37, 278 (1918)
137. Sinell, H.-J.: Histometrische Untersuchungen mit dem
Leitz-Integrationstisch zur Bestimmung
des Kollagenanteils in zerkleinertem
Fleisch.
Arch. Lebensmittelhyg. 11, 147 (1960)

138. Sinell, H.-J., Zur Bewertung und Bestimmung des Fett-
J. Langner und gehaltes in Roh- und Brühwürsten.
J. Baumgart: Fleischwirtschaft 15, 701 (1963)
139. Stegemann, H.: Mikrobestimmung von Hydroxyprolin mit
Chloramin-T und p-Dimethylaminobenz-
aldehyd.
Z. physiol. Chem. 311, 41 (1958)
140. Waldschmidt-Leitz, Bestimmung von Oxyprolin. Zur Methode
E. und S. Akabori: nach K. Lang.
Z. physiol. Chem. 224, 187 (1934)
141. Wegener, J.: Histometrische Kollagenbestimmungen an
West-Berliner Rohwürsten.
Vet. med. Diss. Berlin, 1962
142. Wersching, St. Vergleichende histometrische und chemi-
und A.S. Kovács: sche Untersuchungen über den Kollagen-
gehalt von Brühwürsten.
Arch. Lebensmittelhyg. 14, 1 (1963)
143. Wimmers, R.: Untersuchungen über den Wassergehalt
der "hessischen Brühwurst".
Vet. med. Diss. Gießen, 1958
144. Wiss, O.: Über eine Mikrobestimmung des Oxyprolins
in Blut und Harn; Beeinflussung des
Oxyprolin-Gehaltes durch Verabreichung
von Prolin.
Helv. chim. Acta 32, 149 (1949)
145. Woltersdorf, W.: Veränderungen des Kollagenvolumens bei
der Herstellung von Dosenbrühwürstchen
und Hackbratenkonserven.
Vet. med. Diss. Berlin, 1963
146. Ziegler, W.: Zur histologischen Wurstuntersuchung.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 1941,
297

147. Zipfel, W.: Lebensmittelrecht. Bd. I und II;
Loseblattsammlung, Stand 1.10.1967
Verlag C.H. Beck, München und Berlin
148. --- Ausführungsbestimmungen A über die Un-
tersuchung und gesundheitspolizeiliche
Behandlung der Schlachttiere und des
Fleisches bei Schlachtungen im Inland.
In der Fassung vom 27.12.1968
Bundesgesetzblatt I 1969, 6
149. --- Verordnung über Fleisch und Fleisch-
erzeugnisse (Fleisch-Verordnung).
Vom 19.12.1959.
Bundesgesetzblatt I 1959, 726
150. --- Verordnung zur Änderung der Fleisch-
Verordnung.
Vom 11.12.1969.
Bundesgesetzblatt I 1969, 1590
151. --- Verordnung über Hackfleisch, Schabe-
fleisch und andere Erzeugnisse aus
rohem Fleisch (Hackfleisch-Verordnung).
Vom 16.7.1965.
Bundesgesetzblatt I 1965, 619
152. --- Gesetz über den Verkehr mit Lebensmit-
teln und Bedarfsgegenständen (Lebens-
mittelgesetz) in der Fassung vom 21.12.
1958.
Bundesgesetzblatt I, 1958, 950
153. --- Gesetz zur Änderung des Lebensmittelge-
setzes.
Vom 8.9.1969.
Bundesgesetzblatt I, 1969, 1590

154. --- Richtlinien für die Qualität von Fleischerzeugnissen und deren Kenntlichmachung.
Vom 9./10.6.1956.
Dtsch. Schlacht- u. Viehhof-Ztg. 57,
136 (1957)
155. --- Richtlinien für Fleischerzeugnisse.
Neufassung vom 5.11.1965.
Fleischwirtschaft 46, 9 (1966)
156. --- Richtlinien für Fleischerzeugnisse.
Neufassung vom 3.4.1967.
B. Behr's Verlag GmbH, Hamburg, Berlin
und Düsseldorf 1967.
157. --- Anweisung für die Durchführung der histologischen Untersuchung von Wurst- und Fleischgemengen.
Rd.Erl. d. R.M.d.J. vom 23.12.1935
RMBI. I.V. 1936, 39
158. --- Richtlinien für die einheitliche Durchführung der histologischen Untersuchung von Fleischerzeugnissen.
Vom 18./19.5.1967.
Fleischwirtschaft 47, 996 (1967)
159. --- International Organization for Standardization. Subcommittee JSO/TC 34/SC 6 - Meat and Meat Products.
Draft ISO Proposal for the Determination of the Moisture Content of Meat and Meat Products (1965)
160. --- International Organization for Standardization. Subcommittee JSO/TC 34/SC 6 - Meat and Meat Products.
Draft Proposal for the Determination of the Total Fat Content of Meat and Meat Products (Oktober 1965)

161. --- Erlaß des Preußischen Ministers für Volkswohlfahrt, für Landwirtschaft und für Handel und Gewerbe. Vom 18.4.1925 ergänzt durch den Erlaß vom 24.8.1925. Beilage "Gesetze und Verordnungen" zu Z. Unters. Lebensm. 17, 84 und 121 (1925)
162. --- Urteil des Oberlandesgerichts Hamm vom 29.1.1960.
Dtsch. Lebensm.-Rdsch. 57, 49 (1961)
163. --- Urteil des 1. Strafsenats des Oberlandesgerichts Oldenburg vom 14.6.1962.
Lebensmittelrechtliche Entscheidungen Bd. III, 211 (1963)
164. --- Urteil des Oberlandesgerichts Braunschweig vom 5.7.1963.
Lebensmittelrechtl. Entscheidgn. Bd. IV, 60 (1965)
165. --- Zur Bestimmung des Hydroxyprolingehaltes in Fleischwaren nach Stegemann.
Mittlg. GD Ch.-Fachgr. Lebensmittelchem. und gerichtl. Chem. d. Arbeitskr. Nordrhein-Westfalen.
Fleischwirtschaft 50, 837 (1970)

G. Lebenslauf

Am 14. April 1939 wurde ich, Helmut Klös, als Sohn des Regierungsoberspektors Hermann Klös und seiner Ehefrau Anna Elisabeth geb. Völker, in Darmstadt geboren.

Im Jahre 1944 wurde unsere Familie nach Ober-Ofleiden/ Kreis Alsfeld evakuiert. Ostern 1946 trat ich in die dortige Volksschule ein, die ich nach 3 1/2 Jahren verließ, als mein Vater im Jahre 1949 nach Gießen versetzt wurde, wo ich noch ein weiteres halbes Jahr in die Volksschule - Schillerschule - ging. Von Ostern 1950 an besuchte ich das Alte Realgymnasium - nunmehr Herderschule - in Gießen. An dieser Schule legte ich im Frühjahr 1959 die Reifeprüfung ab. Vom Sommersemester 1959 an war ich an der Justus Liebig-Universität in Gießen immatrikuliert, wo ich an der Veterinärmedizinischen Fakultät am 20.10.1964 die Tierärztliche Prüfung bestand. Im Jahre 1965 war ich ein halbes Jahr lang bei Dr. med. vet. K. Leyhe in Rhoden/Krs. Waldeck als Veterinärpraktikant tätig. Die Approbation wurde mir mit Wirkung vom 1. September 1965 erteilt. Bis September 1967 war ich in den Großtierpraxen des Dr. med. vet. K. Leyhe in Rhoden und des Dr. med. vet. F. Leipner in Neustadt/Krs. Marburg tätig.

Seit Oktober 1967 bin ich am Veterinär-Anatomischen Institut der Justus Liebig-Universität in Gießen mit der Verwaltung einer wissenschaftlichen Assistentenstelle betraut.

Mit der vorliegenden Arbeit beschäftigte ich mich vom Frühjahr 1968 an bis zum Sommer 1970.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. H. Bartels für die Überlassung des interessanten Themas sowie für die mir jederzeit gewährte Förderung und Unterstützung meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Mein Dank gilt ferner den Angehörigen des Institutes für Tierärztliche Nahrungsmittelkunde der Justus Liebig-Universität Gießen, besonders Herrn Fleischermeister Hosper für die mir stets bewiesene Hilfsbereitschaft. Für die Beratung bei der Durchführung des histologischen Teiles der vorliegenden Arbeit bedanke ich mich bei Herrn Dr. I. Texdorf und Herrn Akademischen Oberrat Dr. R. Hadlok.

Herrn Professor Dr. R. Reppes bin ich für die Überprüfung der angewandten statistischen Formeln zu Dank verpflichtet.

